This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

3 2044 103 231 403

Dr. Ernst Weber,

Ursachen und Folgen der Rechtshändigkeit.

Halle a. S.
Verlag von Carl Marhold.

GER
988
WEB

HARVARD LAW LIBRARY

Received JAN 6 1922

i t.

Ursachen und Folgen

der

Rechtshändigkeit.

Von

Dr. Ernst Weber.

Alle Rechte vorbehalten.

Halle a. S.
Verlag von Carl Marhold.
1905.

Ursachen und Folgen

der

Rechtshändigkeit.

Von

Dr. Ernst Weber.

Alle Rechte vorbehalten.

Halle a. S.
Verlag von Carl Marhold.
1905.

Inhalts-Übersicht.

I. Teil: Die Ursachen der Rechtshändigkeit.

1. Rechtshändigkeit beim Kinde, Tiere und Urmenschen.
2. Rechtshändigkeit in der Geschichte.
3. Rechts- und Linkshändigkeit in der Gegenwart.
4. Theorien über die Ursachen der Rechtshändigkeit:
   a) die Blutversorgung des Körpers als Ursache;
   b) die Lageverhältnisse des Kindes vor der Geburt als Ursache;
   c) die Lage des Schwerpunktes im Körper als Ursache;
   d) Zufälligkeiten als Ursachen;
   e) die Rechtshändigkeit als indirekte Folge der Lage der Organe im Körper.

II. Teil: Die Folgen der Rechtshändigkeit.

1. Anzeichen für die Beeinflussung des Gehirns durch die Rechtshändigkeit.
2. Das Schreiben als Ursache der einseitigen Lage des Sprachzentrums im Gehirn.
3. Mögliche Nachteile der geringeren Ausnutzung einer Hirnhälfte.

I. Teil.

Die

Ursachen der Rechtshändigkeit.

1. Rechtshändigkeit beim Kinde, Tiere und Urmenschen.

Kaum hat etwas anderes unsere Anschauungen über die Art der Entstehung des Menschen durch Entwicklung aus niederen Bildungen so geklärt, wie die Beobachtung der Veränderungen, die das befruchtete menschliche Ei bis zur Geburt des Kindes durchmacht. Man hat diesen Vorgang sogar eine abgekürzte Wiederholung der ganzen Stammesgeschichte des Menschen genannt.

Jedenfalls ist dieser Vergleich nicht mit der Geburt des Kindes abgeschlossen. Man könnte sagen, dass die erste Zeit der Kindheit ein abgekürztes Bild, nicht mehr der Stammesgeschichte, aber der Menschheitsgeschichte darbietet.

Dabei ist es ein sonderbarer Zufall, dass bei dieser Entwicklung des menschlichen Eies zum fertigen Menschen, wenn wir den Vergleich mit der urgeschichtlichen Stammesentwicklung bis zum Menschen festhalten, der Geburt des Kindes ungefähr derjenige Zeitpunkt bei den urgeschichtlichen Vorgängen entspricht, an dem man zum ersten Male die Bezeichnung „Mensch“ auf das entwickelte Wesen anwenden könnte. Oder mit anderen Worten, dass die erste Erscheinung des Menschen in der Urgeschichte ungefähr dem Entwicklungszustande des heutigen Menschen bei der Geburt entsprach.

Nur muss man immer bedenken, dass die Entwicklungsgeschichte einem gleichmäßig fliessenden Strome gleicht, und dass jede Abgrenzung dabei eine willkürliche ist.

So ist es auch kaum möglich, die Bezeichnung „Mensch“ von dem Zeitpunkt der Entwicklung der Sprache abhängig zu machen, wie es oft geschieht. Eher ist sie noch weiter zurückzuschieben, denn die Sprache ist etwas so Kunstvolles und Schwieriges, dass die geistige Entwicklung schon eine gewisse Höhe erreicht haben musste, ehe sie sich diese Bahn schaffen konnte. Eine derartige Abgrenzung würde immer nur einen sehr theoretischen Wert haben und es ist für die weiteren Ausführungen unnötig, einen solchen anzunehmen.

Es spricht jedenfalls nichts gegen die Annahme, aber vieles dafür, dass das Auftreten gewisser menschlicher Fähigkeiten und Neigungen, die bei der Geburt noch nicht vorhanden sind, sondern sich erst allmählich entwickeln, im Kindesalter in derselben Reihenfolge geschieht, in der es einst in der frühesten Menschengeschichte im Laufe von Jahrtausenden vor sich gegangen ist.

Hierbei kommen natürlich nicht solche Fähigkeiten in Frage, die immer an die Entwicklung des einzelnen Individuums gebunden sind, wie das Geschlechtsleben, sondern solche, die für die Entwicklung der ganzen Art bezeichnend sind.

So können wir daraus, dass das Kind in der ersten Zeit seines Lebens völlig sprachlos ist, folgern, dass die Sprache in der frühesten Menschheitsperiode noch nicht vorhanden war, und dass sie eine erst von den Menschen erworbene Eigenschaft ist, zu der allerdings die Grundbedingungen schon im Körper des Menschen vorhanden waren. Das Gleiche wird man von anderen Fähigkeiten und Neigungen des Kindes sagen können, die zur selben Zeit, oder noch später als die Sprache, auftreten. Eine solche Eigenschaft z. B. ist die Neigung des Kindes, einen bestimmten Arm im Gebrauche vor dem andern zu bevorzugen.

Man hat nun nicht nur beobachtet, dass Kinder in der ersten Lebenszeit eine solche Bevorzugung eines Armes nicht zeigen, sondern hat auch festgestellt, dass die beiden Arme der Kinder im Gewicht und Maß völlig gleich sind, im Gegensatz zu den Armen Erwachsener, bei denen der bevorzugte Arm den andern in Gewicht und Maß bedeutend übertrifft, da er infolge des Mehrgebrauches auch besser ernährt wird.

Sehr sorgfältige Beobachtungen stellte Baldwin*) an und fand, dass das Kind erst im achten Lebensmonat anfängt den einen Arm etwas vorzuziehen, und dass erst mit dem 13. Monat die Rechtshändigkeit völlig ausgebildet ist. Ebenso stellte Kellogg**) fest, dass die Funktionen des Körpers beim Kinde völlig symmetrisch sind.

Das Gewicht der Knochen beider Arme, mit und ohne Muskulatur, wurde ebenso wie die Länge der Knochen oft schon in früherer Zeit beim Kinde verglichen. Harting***), Teile†), und Gaup††) fanden zwischen linkem und rechtem Arm des Kindes keinen Unterschied. Biervliet†††) glaubte zwar eine sehr geringe Gewichtsdifferenz zugunsten des rechten Armes zu finden, aber fand die Länge der Knochen ebenfalls gleich und endlich bestätigen es die neuesten Untersuchungen auf diesem Gebiete, diejenigen von Moorhead*†), dass beide Arme in anatomischer Beziehung bei Neugeborenen einander völlig gleichen.

Alles dies zeigt, dass das Kind bei der Geburt noch im Körper und Funktion völlig symmetrisch ist, soweit die Arme in Betracht kommen, und dass nicht etwa schon bei der Geburt der eine Arm stärker entwickelt ist und deshalb die Rechtshändigkeit zur Folge hat. Wohl muss aber dem Kinde die Neigung, einen bestimmten Arm, u. zw. meist den rechten, im Gebrauch vorzuziehen, angeboren sein, da diese Neigung sich schon so frühzeitig äussert.

Cunningham**†) stellt sich dies so vor, dass die Neigung zur Bevorzugung des rechten Armes im Gehirn des Kindes vererbt ist und bei der Geburt dort zwar schon vorhanden ist,

---

*) Baldwin. Origin of left-handedness, Science 1890, p. 242.

**) Kellog. Journ. of American. Med. Ass. 1898, p. 356.

***) Harting. Archiv néerlandaise des sc. exact. et nat. 1869.

†) Teile. Entwurf des Muskelsystems und Skeletts Nova acta. Halle 1884.

††) Gaup. Über Maß- und Gewichtsdifferenz der Knochen. Dissertation, Breslau 1889.

†††) Biervliet. L'Homme droit et l'homme gauche. Revue philos. 1899, p. 113.

*†) Moorhead. Journ. of Anat. and Physiol. Juli 1902.

**†) Cunningham. Journal of the Anthropol. Institute of Gr. Br. 1902, p. 281.

sich aber noch nicht an den Armen äussern kann, da die Verbindung zwischen Gehirn und den betreffenden Bewegungszentren des Rückenmarks noch nicht wegsam ist und erst durch dauernde Impulse vom Gehirn aus in den ersten Lebensmonaten allmählich hergestellt wird.

Mag dies auch so sein, so deutet für uns eben der Umstand, dass diese Verbindung in der ersten Zeit des Lebens noch unbenützbar ist, darauf hin, dass diese Neigung genau so wie die Sprache, Eigenschaften sind, die die urgeschichtlichen Menschen erst erworben haben und nicht von vornherein besassen. Ob die Vorbedingungen zu diesen Eigenschaften schon in ihrem Körper begründet waren, und ob die Entwicklung nur in einer bestimmten Richtung hin möglich war, kommt vorläufig hierbei nicht in Betracht.

Um nun festzustellen, ob unsere Vermutungen sich mit den Tatsachen der Vergangenheit decken, genügt es nicht, in der Geschichte zurückzugehen, wir müssen unsere Kenntnisse über die vorgeschichtlichen Perioden und selbst das Tierreich herbeiziehen.

Die häufig vorkommende Asymmetrie des ganzen Körpers der niederen Tiere, wie der Plattfische etc. gehört nicht hierher, sondern es handelt sich nur um Bevorzugung der Glieder einer bestimmten Körperseite bei höheren Tieren.

Ebensowenig wollen wir uns bei den unbewiesenen Behauptungen des Plinius und Aristoteles aufhalten, nach denen der Löwe, das Pferd, der Papagei, das Kamel Rechtser sein sollen, denen ebenso häufig widersprochen worden ist, als die Reisenden in ihren Behauptungen über das Linkser- oder Rechtsertum vieler anderer Tiere uneinig sind.

Diese Uneinigkeit zeigt nur, dass man immer bestrebt ist, vom antropozentrischen Standpunkt aus menschliche Verhältnisse auch auf das Tierreich zu übertragen. Wenn wirklich manche Tiere Rechtser oder Linkser wären, würde eine viel grössere Einstimmigkeit darüber herrschen, und besonders würde vielen Tieren die Bevorzugung und das infolgedessen grössere Wachstum einer Körperseite bedeutenden Nachteil bringen, wie z. B. den Vögeln, die sich doch beim Fliegen im völligen Gleichgewicht befinden müssen.

In ernsterer Weise geht auf dieses Thema Guldberg *) ein in einer Abhandlung über „die Zirkularbewegung als tierische Grundbewegung". Guldberg behauptet, dass die vierfüssigen Tiere eine Seite des Körpers mehr als die andere benützen, und dass sie deshalb, wenn sie ihre Bewegung nicht durch ihre Sinne kontrollieren und verbessern, beim Laufen einen Kreis beschreiben, indem die beiden rechten oder die beiden linken Beine kräftiger bewegt werden, als die beiden anderen.

Dieser unwillkürliche Kreislauf sei den Tieren deshalb nützlich und sogar notwendig, weil so allein die jungen Tiere, bei denen die Sinne noch nicht soweit entwickelt sind, dass sie selbst die Leitung und Führung übernehmen können, sich wieder zu ihren Eltern und Futterplätzen zurückfinden könnten, wenn sie einmal durch Feinde auseinandergejagt worden seien.

Für diese Kreisbewegung der Tiere führt Guldberg eine Anzahl Beispiele an. So hat er Beobachtungen auf Hasenjagden gesammelt und durch Zeichnungen illustriert, bei denen die Hasen, verwirrt von der Verfolgung, die Richtung ihres Laufes nicht mehr kontrollieren konnten und deshalb ihrer natürlichen Veranlagung nach in Kreisläufen sich bewegten. Ebenso fügt er Berichte und Zeichnungen von Schlittenfahrten auf Eisflächen im Nebel hinzu, bei denen die Pferde, durch keinen Anhaltspunkt geleitet, in einem weiten Kreise auf den alten Fleck zurückkamen.

Zu diesen Beobachtungen und ihrer Deutung durch Guldberg ist indessen folgendes zu bemerken: Der Vorteil, den alten Futterplatz durch das Laufen im Kreise wiederzufinden, würde doch sehr teuer dadurch erkauft sein, dass es eben dadurch den Vierfüsslern bei Verfolgung fast unmöglich wäre, sich in gerader Linie zu flüchten, und zudem scheint er ein sehr unsicherer zu sein, da es nur ein Zufall wäre, wenn das betreffende Tier wieder genau denselben Ort bei seinem weiten Kreislauf erreichen würde. Nur in die Nähe des Futterplatzes zu kommen, würde ihm aber nichts nützen, da ja eine noch völlig mangelnde Orientierungsfähigkeit der Sinne die Vorbedingung für diese Kreisbewegung sein soll. Guldbergs Erklärung dafür genügt offenbar nicht.

*) Guldberg. Zeitschrift für Biologie, tom 35, pag. 419.

Das Sichzurückfinden der Tiere zu ihren Familien und Futterplätzen gehört eben zu den vielen uns noch unerklärlichen anderen Instinkten der Tiere, die ja z. B. auch den Zugvogel aus anderen Erdteilen wieder zu seinem Neste zurückführen, ohne dass er deshalb im Kreise zu fliegen braucht.

Übrigens behauptet Guldberg gar nicht, dass alle Tiere einer bestimmten Gattung dieselbe Seite bevorzugen, also eine Kreisbewegung nach derselben Seite hin zu beschreiben pflegen, er behauptet nur, dass ein und dasselbe Individuum immer dieselbe Seite bevorzugt.

Allerdings sehen wir auch auf den Zeichnungen, die er seiner Abhandlung beigefügt hat, dass das Pferd auf Figur 2 einen Kreis nach rechts beschreibt, das auf Figur 3 aber einen solchen nach links, und ebenso ist der Hase auf Figur 6 ein Rechtser, der von Figur 7 ein Linkser.

Wenn aber eine solche Eigenschaft nicht wenigstens bei ein und derselben Tierart immer die gleiche ist, können wir ihr durchaus keine Bedeutung zuschreiben. Solch geringe und unter den Individuen derselben Art wechselnde Bevorzugungen einer Seite sind viel einfacher und natürlicher durch den Zufall erklärt, der bald die eine, bald die andere Seite ein Geringes überwiegen lässt. Es spielen dabei zu viele kleinste Ursachen eine Rolle, und wunderbar wäre es nur, wenn die Gleichheit beider Seiten in vollkommen mathematischer Schärfe erreicht würde.

Am meisten dürfte man wohl erwarten, an den Menschenaffen etwas zu beobachten, was der Rechtshändigkeit des Menschen entspräche. Darüber hat man sich lange gestritten, und die Ursache dazu ist wohl die gewesen, dass man meist Beobachtungen in zoologischen Gärten angestellt hat, und dass die dort befindlichen Affen bei ihrem sehr starken Nachahmungstrieb oft Handlungen der rechtshändigen Menschen nachgeahmt haben. Jetzt ist es indessen durch Martin, Dwight*), Seligmüller**) und andere erwiesen, dass die Affen kein Glied einer Seite bevorzugen. Ausserdem hat auch Cunningham***)

*) Nach Cunningham. Journal of the Anth. Inst. 1902 p. 285.

**) Seligmüller. Deutsche Revue 1902, p. 51.

***) Cunningham. Journ. of the Anth. Inst. 1902 p. 286.

die Armknochen erwachsener Schimpansen, die im zoologischen Garten zu Dublin gestorben waren, gewogen und völlige Gleichheit des Gewichtes beider Seiten festgestellt.

Bei den Tieren finden wir also noch nichts der Rechtshändigkeit des Menschen entsprechendes, sehen wir nun, wie es sich damit bei den Urmenschen der vorgeschichtlichen Steinzeit verhält.

Man hat bekanntlich in Westeuropa, besonders in der Schweiz, Südfrankreich und England, Höhlen aufgedeckt, die offenbar von Menschen einer vorgeschichtlichen Epoche bewohnt gewesen sind, denen die Bearbeitung der Metalle noch unbekannt war. Die Gegenstände aus dem Besitze dieser Urmenschen, die sich dort noch vorgefunden haben, sind für die hier vorliegenden Fragen in zweierlei Weise bedeutsam.

Einmal ist aus der Bearbeitung der steinernen Gerätschaften zu ersehen, ob sie von rechts- oder linkshändigen Arbeitern und für entsprechende Benutzer hergestellt worden sind, und ferner haben die alten Höhlenmenschen auch schon ihre künstlerischen Neigungen durch Gravierungen auf Knochen, Elfenbein und Stein betätigt, und diese Zeichnungen geben andere wichtige Aufschlüsse über die körperliche Beschaffenheit dieser menschlichen Repräsentanten der Steinzeit.

Es ist nämlich für einen Rechtshänder ganz bedeutend leichter, das Profil eines Tieres oder Menschen so zu zeichnen, dass es nach links blickt, so dass man also die linke Seite des Kopfes sieht, für Linkshänder ist es umgekehrt. Die Urmenschen der Steinzeit werden es sich nun bestimmt bei diesen frühesten Kunstbestätigungen so leicht gemacht haben, als nur möglich, und man wird also wohl von der Richtung des Profils auf die Hand schliessen können, mit der es ausgeführt worden ist.

Unter der geringen Anzahl solcher Zeichnungen, die auf uns gekommen sind, sind die Mehrzahl der Profile nach links gerichtet, also von Rechtsern gezeichnet, eine sehr starke Minderheit dieser Profile schauen aber nach rechts; so die Pferde aus der Höhle La Madelaine, das Pferd von Creswell Crags und das grasende Renntier von der Höhle bei Thaingen.

Cunningham *) erklärt dies so, dass das grasende Renntier zweifellos eine Studie nach der Natur sei, dass das Renntier eben zufällig mit dem Kopfe nach rechts dem Künstler gegenüber gestanden habe, und dass dieser sehr wohl auch als Rechtshänder unter solchen Umständen das Tier nach rechts blickend zeichnen konnte.

Diese Erklärung ist aber unwahrscheinlich. Ein nach rechts blickendes Profil mit der rechten Hand zu zeichnen, ist für einen ungeübten Künstler zu schwierig, als dass er es ohne zwingende Gründe tun würde, und die Gelegenheit, Pferde und Renntiere zu zeichnen, von denen die letzteren damals vermutlich auch Haustiere waren, wie jetzt noch bei den Lappen, war für sie offenbar so häufig und leicht zu haben, dass sie sich immer die Seite aussuchen konnten, von der es ihnen am bequemsten war, das Tier zu zeichnen. Wir müssen also bei der Feststellung bleiben, dass von den Zeichnungen die Mehrzahl mit der rechten Hand, aber eine nicht viel geringere Zahl mit der linken ausgeführt worden ist.

Ähnlich verhält es sich auch mit den Steingerätschaften der alten Höhlenbewohner. So erwähnt Wilson **), dass die Meinung besteht, Fälschungen von Geräten aus der Steinzeit daran zu erkennen, dass die Nachahmungen davon alle von rechtshändigen Arbeitern gefertigt worden sind, während ein grosser Prozentsatz der echten Geräte von Linkshändern hergestellt wurden.

Mortillet ***), der einige hundert echte Stücke untersuchte, kam zu dem Schlusse, dass die Linkshändigkeit in prähistorischen Zeiten viel mehr verbreitet war, als jetzt, und dass sie damals in Frankreich sogar vorherrschend gewesen sei. Der letzteren Angabe stehen aber andere wichtigere Autoritäten gegenüber. John Evans †) ist der Ansicht, dass die alten

*) Cunningham. Journal of the Anthrop. Inst. 1902, p. 276.

**) Wilson. The right hand, London 1891, p. 56.

***) Mortillet. Formatison des Variétés. Bull. de la soc. d'Anthrop. Paris 1890, III. fasc.

†) John Evans. Ancient stone implements of Gr. Br. und Brief an Cunningham. Journ. of the Anth. Inst. 1902, p. 278.

Steingeräte besser für die rechte Hand passen und sich auch meist eine Abflachung vorfindet, in die der rechte Zeigefinger hineingelegt werden soll.

Cunningham weist mit Recht darauf hin, dass man sich auf derartige Feststellungen nicht allzusehr verlassen darf, da die rechte Hand der Untersuchenden als die geschicktere sich auch leichter den verschiedenen Gerätschaften anpasst und anschmiegt, so dass dies leicht zu der Täuschung führen könne, dass die betreffenden Gerätschaften eigens für den Gebrauch mit der rechten Hand hergestellt sind.

Man muss deshalb auch andersartige Untersuchungen in Betracht ziehen, und solche liegen von Brinton*) und besonders Lehmann-Nitsche**) vor. Brinton kam durch die Untersuchung von alten Pfeilen und Speerspitzen zu der Überzeugung, dass in der Urzeit zwar der Gebrauch der rechten Hand überwiegend war, dass aber die Linkshändigkeit damals viel häufiger war als jetzt. Er berechnet, dass es damals etwa 33 % Linkshänder gab, während die Angaben über den heutigen Prozentsatz der Linkshänder zwischen 1 und $4^1/_2$ % schwanken.

Lehmann-Nitsche endlich untersuchte die Armknochen von prähistorischen Menschen Südbayerns und fand, dass die Knochen des rechten Armes schwerer waren, als die des linken. Diese letztere Untersuchung beweist wohl am sichersten, dass die prähistorischen Menschen wirklich schon den rechten Arm mehr benützt haben, als den linken, aber aus allen anderen obigen Untersuchungen wird es sehr wahrscheinlich, dass die Linkshändigkeit damals in weit höherem Grade verbreitet war, als sie es heute ist.

Nur ist die Bezeichnung „Linkshändigkeit“ dafür nicht richtig, es ist Ambidextrie, der gleichmäßige Gebrauch beider Arme, der offenbar in der Urzeit viel mehr ausgebreitet war, als heute. Mit dem Befunde beim Kinde und bei den Tieren stimmt dies Ergebnis ja völlig überein:

*) Brinton. Left handedness in North American Aboriginal art. The American Anthropologist. Mai 1896, p. 175.

**) Lehmann-Nitsche. Untersuchungen über die langen Knochen der südbayer. Reihengräberbevölkerung. Beiträge zur Anthrop. und Urgeschichte Bayerns. München 1895.

Das Tier gebraucht noch die Glieder beider Körperseiten gleichmäßig, in der Übergangszeit und in der frühesten Periode des Menschentums bleibt dieser Zustand bestehen, und erst mit dem Vorwärtsschreiten der Kultur, d. h. mit der Verfeinerung der Handarbeiten und mit den grösseren Anforderungen, die an die Geschicklichkeit und Beweglichkeit der Hand gestellt wurden, machte sich der Vorteil einer besonders ausgebildeten Hand geltend, und man begann die eine vor der anderen zu bevorzugen.

Die Parallele, die wir zwischen der Urgeschichte der Menschheit und der Entwicklung des Kindes gezogen haben, ist also in dieser Hinsicht eine völlig zutreffende. Beim Urmenschen, wie beim Kinde gibt es eine Periode, in der die Rechtshändigkeit noch nicht vorhanden ist, obwohl bei beiden der Keim für die Rechtshändigkeit schon im Körper verborgen liegt.

Beim Urmenschen sind es bestimmte Körperverhältnisse, die ihn dazu führen, wenn er einmal einen Arm im Gebrauche vor dem anderen bevorzugt, dann den rechten dazu zu wählen; beim Kinde ist es die durch viele Generationen hindurch erworbene Tendenz des Gehirns zur Bevorzugung der rechten Seite, die sich schon vor dem wirklichen Eintreten des Kindes in die Bewegungen und den Kampf des Lebens geltend macht, die aber auch durch ihr verhältnismäßig spätes Auftreten zeigt, dass die Rechtshändigkeit eine vom Menschengeschlechte in der Urzeit erst erworbene Eigenschaft ist, dessen Vorbedingungen immerhin schon im Körper des Urmenschen festgelegt sein konnten.

Eine in gewisser Beziehung ähnliche Ansicht spricht auch Wilson*) aus. Er sagt, dass von den Urmenschen ein grösserer Teil die Neigung gehabt habe, den rechten Arm zu bevorzugen, ein kleinerer, aber sehr beträchtlicher Teil, den linken. So lange nun das Zusammenleben und Zusammenarbeiten der Menschen ein ziemlich loses war, wie in der Steinzeit, liess jeder von beiden Teilen seinen natürlichen Neigungen freien Lauf, als aber dann mit der wachsenden Kultur das Zusammenleben und -Arbeiten ein engeres wurde, musste sich durch viele Nützlichkeitsgründe

*) Wilson. The right hand, London 1891, p. 39.

gedrängt, die Minderheit der Mehrheit anpassen und wurde so durch die Erziehung und das Beispiel ebenfalls mehr und mehr rechtshändig. Bei dieser Erklärung Wilson's bleibt es aber völlig unklar, weshalb eine Minderheit von natürlichen Linksern und eine Mehrheit von natürlichen Rechtsern existiert hat, er begründet seine Annahme in keiner Weise.

Halten wir vorläufig daran fest, dass in der urgeschichtlichen Steinzeit die Ambidextrie eine viel grössere Verbreitung hatte als heute, dass aber eine gewisse Bevorzugung des rechten Armes unzweifelhaft schon bestand.

2. Rechtshändigkeit in der Geschichte.

Diese Rechtshändigkeit sehen wir nun, wenn wir in die eigentliche historische Zeit eintreten, bei allen Völkern ausnahmslos in völlig ausgebildeter Weise vorhanden. Alle Berichte oder Anzeichen, die darauf deuten, dass ein ganzes Volk zum grösseren Teile aus Linkshändern bestanden habe, erweisen sich bei näherer Untersuchung als Täuschungen.

So wurde oft von den alten Ägyptern behauptet, sie seien ein linkshändiges Volk gewesen, und man führte hierfür an, dass sich bei den Hieroglyphen sehr häufig menschliche Profile finden, die nach rechts blicken, und besonders, dass Götter und Könige öfters so abgebildet sind, dass sie die Waffe und selbst den Schreibgriffel mit der linken Hand führen.

Da nun aber Profile, die nach links schauen und Personen, die ihre Arbeiten mit der rechten Hand verrichten, zum mindesten ebenso häufig dargestellt sind, so würde man hieraus höchstens folgern dürfen, die Ägypter hätten beide Arme in gleicher Weise benutzt. Indessen erweist sich beim nähern Zusehen auch dies als falsch.

Wilson*) führt sehr richtig aus, dass eine der Hauptbestimmungen der Hieroglyphen es war, dekorativ zu wirken, und deshalb wurden sie zur Erhöhung des architektonischen Effekts sowohl an Tempeln, als an Sarkophagen, symmetrisch zu beiden Seiten gruppiert, die Profile dabei immer nach der Mitte zu blickend; daher also die vielen Profile, die nach rechts schauen.

Die Rücksicht auf den architektonischen Effekt und die Schwierigkeit der richtigen Perspektive veranlasste den Künstler sogar bisweilen, die Figurenhandlungen mit der linken Hand

*) Wilson. The right hand, London 1891. p. 106 ff.

ausführen zu lassen, die sie eigentlich mit der rechten Hand tun müssten.

So hat Gott Toth in der Richtszene des Osiris im Tempel Dayr el Medineh den Schreibgriffel in der linken Hand, Ramses hat im Tempel von Abu Simbel die Keule in der linken Hand, und Thotmes III. opferte im Tempel von Karnak mit dem ausgestreckten linken Arm.

Alle diese Figuren haben aber den Kopf nach ihrer rechten Seite gewendet, und der Bildhauer hat offenbar aus rein künstlerischen Gründen den nach vorn zu liegenden Arm der Figur handelnd dargestellt, weil sonst die Perspektive viel schwieriger zu behandeln gewesen und der ganze Vorgang leicht verdeckt worden wäre. Wenn z. B. der nach rechts schauende Schreiber die Tafel in der nach vorn liegenden linken Hand halten würde, und mit der rechten schriebe, würde die schreibende Hand völlig unsichtbar sein. Solche Unklarheiten in den dargestellten Vorgängen würden dem architektonischen Effekt, auf den es besonders ankam, schaden und wurden deshalb meist vermieden.

Nur selten und offenbar nur, wenn ein besonders vortrefflicher Künstler sich den Schwierigkeiten der Perspektive gewachsen fühlte, ist der Vorgang trotzdem richtig dargestellt worden; so ziehen z. B. die Bretspieler im Tempel von Medinet Habu ihre Steine beide mit der rechten Hand.

Wie die alten Ägypter ein vollständig rechtshändiges Volk gewesen sind, so sind es auch die Juden der heiligen Schrift gewesen. Im Buch der Richter XX, 16 und in der Chronik XII, 2 finden sich in der Bibel Notizen, die darauf Bezug haben.

Es wird dort als besondere Ausnahme erwähnt, dass im Stamm Benjamin sich viele Linkshänder befanden. Es wird von einer Schar von 700 auserwählten Streitern berichtet, die alle Linkshänder aus dem Stamm Benjamin waren und niemals im Wurfe ihr Ziel fehlten.

Nun zählte aber, wie wir von anderer Stelle wissen, der Stamm Benjamin 26000 waffenfähige Männer, das ergibt also einen Prozentsatz von 2,7 % Linksern, ungefähr dasselbe Verhältnis, wie es noch heute ist.

Neu ist dabei nur, dass die Linkser alle zusammen in eine

Truppe vereinigt wurden, dass sie besonders kräftig und geschickt waren, ist sehr verständlich, denn jeder Linkser, der im Leben Linkser bleibt, trotz des Beispiels der andern, die fast alle Rechtser sind, trotz seiner Erziehung zur Rechtshändigkeit und der Unbequemlichkeit, die für den Linkser daraus folgt, dass manche Griffe und Gebrauchsgegenstände nur bequem für die rechte Hand gearbeitet werden, muss besonders starke Gründe dafür haben, d. h. eine ungewöhnlich überwiegende Kraft im linken Arme besitzen, mehr als sie bei dem Durchschnittsmaß der Rechtshänder im rechten vorhanden ist.

Wenn nun auch dieser Bericht über den Stamm Benjamin gerade das seltene Vorkommen der Linkshändigkeit bei den alten Juden beweist, so gibt es doch etwas anderes, was uns eher auf die Linkshändigkeit der Hebräer und anderer Semiten schliessen lassen könnte, und das ist der Umstand, dass alle semitischen Sprachen und diejenigen, deren Schrift von der arabischen abgeleitet worden ist, wie die türkische, malayische, persische, nicht wie die unsrige von links nach rechts, sondern von rechts nach links geschrieben werden.

Besonders Erlenmeyer*) vertritt den Standpunkt, dass diejenigen Schriften, die in der Richtung von rechts nach links laufen, alle mit der linken Hand geschrieben worden seien. Bei dem Schreiben von aussen nach innen zu würde der Stamm des Körpers den Arm hindern, und das sei unnatürlich.

Erlenmeyer vergisst aber vollkommen zu erklären, warum denn alle diese Schriften jetzt nicht mehr mit der linken Hand geschrieben werden, wenn dies wirklich um so vieles bequemer ist, sondern jetzt allgemein mit der rechten Hand geschrieben werden.

Bei unserer Schrift sind die Buchstaben mit einander verbunden, und deshalb ist es allerdings leichter und natürlicher, von innen nach aussen zu schreiben, also mit der rechten Hand von links nach rechts, mit der linken umgekehrt, aber bei allen semitischen Schriften, bei allen, die von rechts nach links geschrieben werden, sind die einzelnen Buchstaben völlig unverbunden mit einander, und jeder wird für sich besonders gemalt.

*) Erlenmeyer. Die Schrift, Stuttgart 1879.

Daraus ergibt sich ganz von selbst, dass für diese Schriften durchaus nicht die Notwendigkeit bestand, sie mit der linken Hand zu schreiben. Wilson*) behauptet sogar, dass es viel natürlicher und bequemer ist, wenn man einzeln stehende Buchstaben mit der rechten Hand schreiben will, an derjenigen Seite des Papiers zu beginnen, die der rechten Hand die nächste ist, also der rechten, und dann nach links damit fortzufahren.

Erst die spätere Verbindung der Buchstaben hat nach ihm zu der Umkehrung der Schreibrichtung geführt. Eine alte Schreibart der griechischen Schrift, die ja auch aus unverbundenen Buchstaben besteht, aber später allgemein von links nach rechts geschrieben wurde, kann den Übergang von der einen Schreibrichtung zur andern deutlich illustrieren.

Es ist dies das *βουστροφηδόν*, eine Schrift, die abwechselnd „wie die Ochsen beim Pflügen" bald nach links, bald nach rechts gewendet ist, sodass man beim Lesen niemals gezwungen ist, bei einer neuen Zeile von einer Seite des Blattes zur andern hinüberzuspringen.

Die Allgemeinheit der Rechtshändigkeit im klassischen Altertum ist bekannt, ebenso auch in der Heroenzeit. Von den Amazonen wird erzählt, dass sie sich die rechte Brust zerstörten, um beim Kämpfen mit dem rechten Arm nicht gehindert zu sein, und in der Ilias wird es als ganz besondere Ausnahme von einzelnen Helden gerühmt, dass sie Ambidexter, *ἀμφιδέξιος* sind und mit beiden Armen gleich gut kämpfen können.

Besonders bedeutsam für das frühzeitige Vorhandensein der Rechtshändigkeit ist die Sprache, in der z. B. *ἀριστεία* = Tüchtigkeit von *ἀριστερὸς* = rechts abgeleitet ist, ebenso *σκαιότης* = Ungeschicklichkeit von *σκαιός* = links, und im Lateinischen haben dexter und sinister ähnliche Nebenbedeutungen.

Grimm**) stellte ausserdem fest, dass in verschiedenen Sprachen der Sprachstamm für „fünf" und „links" derselbe ist und ebenso für „zehn" und „rechts". So hängen z. B. *δεξιὸς* und dexter mit *δέκα* und decem zusammen, und er erklärt dies

*) Wilson. The right hand, London 1891, p. 98.

**) Nach Wilson. The right hand, p. 70.

so, dass die Naturvölker als Rechtshänder das Zählen der Finger mit der rechten als tätigen, zählenden Hand begannen, sodass zuerst die Finger der linken Hand gezählt wurden und dann erst die der rechten.

Wie in den klassischen Sprachen, so hat auch in fast allen anderen Sprachen, selbst in denen der Indianer *) und der Südsee-Insulaner, die Bezeichnung „links“ die Nebenbedeutung von „linkisch“ und die Bezeichnung „rechts“ die von „recht“, „richtig“.

Bei allen Völkern und zu allen Zeiten der Geschichte ist die Rechtshändigkeit vorherrschend gewesen und ist es noch. Wie nach Tacitus (Historiae I) die alten Germanen bereits den Römern als Freundschaftssymbol zwei sich gegenseitig drückende rechte Hände übersandten, so haben auch in der Gegenwart die Reisenden und Forscher in den entlegensten Teilen der Erde die Rechtshändigkeit bei den Völkern vorgefunden.

*) Wilson, p. 68.

3. Rechts- und Linkshändigkeit in der Gegenwart.

Betrachten wir nun, bis zu welchem Grade die Bevorzugung einer Körperseite bei den erwachsenen Menschen der Gegenwart ausgebildet ist.

Dass alle Verrichtungen, die eine grössere Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordern, von Rechtsern immer vorzüglich mit der rechten Hand ausgeführt werden, ist allbekannt, aber gerade auch an unbedeutenden Kleinigkeiten zeigt sich diese Überlegenheit der einen Hand.

So wird beim natürlichen Zusammenfalten der Hände immer der rechte Daumen oben zu liegen kommen und viele sind unfähig, mit einer stumpfen Schere sich die Nägel der rechten Hand zu schneiden, während sie dasselbe an der linken leicht vornehmen können.

Der Mehrgebrauch des einen Armes hat nun entsprechend den Gesetzen der Physiologie eine bessere Ernährung und stärkeres Wachstum desselben zur Folge, sodass man von der Grösse des Unterschiedes beider Arme auf die Stärke der Ausbildung der Rechts- oder Linkshändigkeit schliessen darf.

Es ist von vornherein zu erwarten, dass das grössere Wachstum des einen Armes erst allmählich sich beim Kinde entwickelt, obwohl dieses schon meist nach Beendigung des ersten Jahres einen bestimmten Arm bevorzugt, dass ferner, entsprechend der grössten körperlichen Tätigkeit, im kräftigen Mannesalter der Unterschied am meisten ausgeprägt ist, dann wieder in der Ruhe und Musse des Greisenalters sich zurückbildet und bei Leuten, die geringere körperliche Arbeit leisten, überhaupt weniger ausgebildet ist.

Dem entsprechen denn auch die Tatsachen. So tritt nach Berichten von Handschuhmachern ein merkbarer Unterschied in

der Grösse beider Hände bei Kindern erst ungefähr mit dem 15. Jahre auf, und Délaunay*) bestätigt das geringere Hervortreten der Rechtshändigkeit bei Greisen und Frauen.

Die Bevorzugung und infolgedessen stärkere Ausbildung einer Körperseite beschränkt sich aber nicht auf den Arm allein.

Galippe**) behauptet, dass die Zähne und die Unterkiefer der rechten Seite besser entwickelt seien, dass es links öfter kariöse Zähne gebe, und hier auch die Weisheitszähne unregelmäßiger kämen.

Ähnlich ist die Angabe Kölliker's, dass auf der rechten Seite viel seltener Hasenscharten vorkommen. Er fand unter 165 Hasenscharten deren 113 auf der linken Seite.

Délaunay***) geht noch bedeutend weiter und behauptet, dass auf der rechten Seite auch die Milchabgabe, der Puls und die Wärme grösser sei. Ausser der Lunge sollen auch das rechte Onarium, die Thyreoidea, Markhörner und der rechte Teil des Uterus schwerer sein, und infolge des stärkeren Blutzuflusses zu der rechten Seite sollen hier Überernährungskrankheiten, wie Gicht, öfters vorkommen und Bazillen, wie mineralische Gifte, schneller und in grösserer Menge dahin verschleppt werden.

Wichtiger als diese Behauptungen sind die Untersuchungen Biervliets†) für die Frage, ob sich die Bevorzugung einer Seite auf den Arm beschränkt oder nicht. Er hat durch Messungen gefunden, dass die rechte Körperseite um etwa $^1/_9$ die linke übertrifft, und dass diese grössere Stärke auch bei den Sinnen der rechten Seite nachgewiesen werden kann, wie am Auge, Gehör, Gefühl.

Deshalb hätten auch die ungemein genau beobachtenden Bildhauer des Altertums das Gesicht ihrer Schönheitsideale unsymmetrisch dargestellt. So sei an der Venus von Milo das linke Auge höher, da bei dem Überwiegen der linken Hirn-

*) Délaunay. Biologie comparée, Paris 1878, p. 67.

**) Galippe. Droiterie et gaucherie. Compt. rend. Soc. de biol. Paris 1887, p. 511.

***) Délaunay. Biol. comp. du côté droit et gauche, Paris 1874.

†) Biervliet. L'homme droit et l'homme gauche. Revue philos. 1899.

hemisphäre, die die rechte Körperseite regiert, der Schädel links grösser sei, als rechts. Ferner ist ihre Nase etwas nach links gebogen, da das rechte Nasenloch infolge der stärkeren Ausbildung des Geruchs rechts weiter sei!

In einigen Punkten bestätigen die Untersuchungen Hechts*) diejenigen Biervliets. Er untersuchte bei einer grösseren Anzahl von Männern den Blutdruck beider Seiten des Körpers und fand, dass in 95% aller Fälle der Blutdruck an dem Überwiegen einer Körperseite teilnimmt, und dass das Verhältnis des Blutdrucks auf beiden Seiten zu einander dasselbe ist, wie es Biervliet bezüglich der Schärfe der Sinnesorgane und an den Gewichtsunterschieden der Arme gefunden hat, nämlich etwa $^1/_9$ zu Gunsten der bevorzugten Seite.

Dass auch die Sinnesorgane der einen Seite an der stärkeren Entwicklung teilnehmen, bedarf wohl erst noch weiterer Bestätigungen und ist jedenfalls nicht so allgemein vorhanden, wie die stärkere Entwickelung des rechten Armes. Dass aber der Blutdruck rechts stärker ist als links, ist einfach durch den grösseren Blutzufluss zu den infolge ihres Mehrgebrauchs stärker entwickelten Teilen des Körpers zu erklären.

Für die hier zu behandelnde Frage können wir eine etwaige unsymmetrische Entwicklung der Sinnesorgane bis auf spätere Erörterung ganz ausser Acht lassen und unsere Betrachtungen auf die groben Unterschiede an den Gliedmaßen beschränken.

Über die stärkere Entwickelung des rechten Armes bei Rechtsern herrscht Einstimmigkeit. Auch Guldbergs*) Messungen sind dafür beweisend. Anders ist es aber mit der Frage, ob auch das rechte Bein stärker entwickelt ist. Nach Biervliets Theorie müsste es natürlich der Fall sein, aber er gibt selbst zu, dass dies nicht sicher ist, und er lässt die Frage offen, aber aus den Maßen, die er angibt***), geht hervor, dass im Gegenteil gewöhnlich die Knochen des linken Beines länger sind.

---

*) Hecht. Zur Kenntnis der Rechts- und Linkshändigkeit. Deutsche mediz. Wochenschr. 1900, Nr. 32.

*) Guldberg. Sur la dyssym. des extrém. de l'homme. Norsk Magazin for Laedevidenskaben, 1897.

***) Biervliet. p. 125. L'homme droit et l'homme gauche. Rev. philos. 1899.

Guldberg*) maß die Knochen der Extremitäten am Skelett und am lebenden Körper und obwohl er diese Messungen zu anderen Zwecken anstellte und ganz andere Folgerungen daraus zog, können wir sie hier sehr gut für uns ausnutzen. Er fand dabei**), dass

am Skelett die Knochen des Armes grösser waren:

rechts in 78 % der Fälle
links „ 10 % „ „

und am lebenden Körper die Knochen des Armes grösser waren:

rechts in 75 % der Fälle
links „ 7 % „ „

In der Gesamtzahl der gemessenen Rechtser und Linkser betrug der Prozentsatz der Armlinkser, d. h. derer, deren linker Arm grösser gefunden wurde, bei Messungen an Skeletten 12 ½ %, bei Messungen an lebenden Körpern nur 9 %.

Im Leben ist nun der Prozentsatz der Leute, die wirklich ihre linke Hand vor der rechten vorziehen, wie wir später sehen werden, viel kleiner, aber die Verschiedenheit dieser Zahlen erklärt sich aus bestimmten, später zu erörternden Einflüssen, die noch in unserer Zeit wirksam sind und eine dauernde Verminderung der Zahl der Linkshänder veranlassen.

Nur diejenigen, deren linke Seite sehr bedeutend der rechten überlegen war, nachdem ihnen die Anlage dazu aus bestimmten Gründen besonders fest vererbt worden war, werden auch im späteren Leben Linkser bleiben, trotz aller Nachteile, die sie dadurch haben. Die meisten aber bilden ihre rechte Seite trotz ihrer gegenteiligen Anlage aus und so geht der Prozentsatz von 12 ½ % „Skelettlinksern“ durch grössere Ausbildung der Muskeln der rechten Seite bei den Maßen am lebendigen Körper schon auf 9 % und nun gar bei der wirklichen Funktion im Leben auf 4 ½ %—1 % zurück.

Bei den Knochen der Beine kommt Guldberg zu andern Resultaten. Er fand, dass (siehe Anmerkung unten**)

*) Guldberg, siehe oben.

**) Die Zahlen stellen die Durchschnittsergebnisse aus zwei verschiedenen Untersuchungsreihen Guldbergs dar.

am Skelett die Knochen des Beines grösser waren:
rechts in 30 % der Fälle
links „ 50 % „ „
am lebenden Körper die Knochen des Beines grösser waren:
rechts in 16 % der Fälle
links „ 52 % „ „

Das ergibt also im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Armen eine stärkere Ausbildung der Knochen und Muskeln des linken Beines bei der Mehrheit.

Der Prozentsatz der Beinrechtser unter diesen überwiegenden Beinlinksern beträgt nach den Maßen am Skelett 37 %, nach den Maßen am lebenden Körper nur noch 29 %. Das deutet darauf hin, dass die Muskeln des linken Beines auch bei denjenigen, die nach Anlage ihres Skelettsystems „Beinrechtser" waren, mehr ausgebildet wurden, also auf eine Tendenz des Lebens, wie Armrechtser, so Beinlinkser heranzubilden.

Diese gekreuzte „Asymmetrie" scheint das normale Verhältnis der Glieder des Menschen der Gegenwart darzustellen.

Dass dabei die stärkere Entwickelung des linken Beines weniger allgemein ist, als die des rechten Armes, ist wohl damit zu erklären, dass der Gebrauch der Beine weniger ausgiebig und verschiedenartig ist, als der der Arme, und dass sie wohl erst eine Folge der stärkeren Entwickelung des rechten Armes ist.

Denn kaum ist eine andere Erklärung für diese gekreuzte Asymmetrie möglich, als die, dass die stärkere Entwickelung und Benutzung des linken Beines eine Folge der des rechten Armes ist, zu Gunsten der Herstellung des Gleichgewichtes des Körpers.

Beobachtungen und Untersuchungen darüber anzustellen, ob und in welchem Verhältnis das eine Bein im Leben stärker benützt wird, als das andere, ist nicht so leicht, wie bei den Armen. Mit dynamometrischen Untersuchungen, wie sie Guldberg*) angestellt hat, indem er nach Analogie der Messung der Druckkraft der Hand, die Zugkraft der Beine maß, wird man kaum zu richtigen Ergebnissen kommen, da derartige Kraftäusserungen

*) Guldberg, Norsk Magasin for Laedevidenskaben 1897.

den Beinen zu ungewohnt sind. Dass die Soldaten beim Marschieren mit dem linken Beine antreten, könnte darauf hindeuten, dass dieses Bein, als das kräftigere oder mindestens als das schnellere und genauer dem Willensimpulse folgende betrachtet wird, denn auf die völlig gleichzeitige Bewegung aller auf das gegebene Kommando kommt es doch beim Antreten an.

Indessen kann der Grund dafür auch darin liegen, dass die linke Seite der Soldaten mehr durch das Seitengewehr belastet ist und er beim rechts Antreten, wenn dabei das ganze Körpergewicht auf dem linken Beine ruht, in Gefahr käme, nach links überzufallen, während dies so vermieden ist. Dies Beispiel ist also unsicher.

Bei Sportspielen, wie Fussball, und bei Spielen, in denen man auf einem Bein hüpfen muss, hat man beobachtet, dass meist von einer Person immer dasselbe Bein mit Vorliebe benützt wird, und dass dasselbe durchaus nicht immer der Seite des bevorzugten Armes zu entsprechen braucht, dass also häufig ein Rechtser mit dem linken Fuss den Ball stösst.

Ebenso sollen Landarbeiter zum Graben mit Spaten und anderen Arbeiten mit Vorliebe immer denselben Fuss benutzen.

In der schon erwähnten Abhandlung Guldbergs über „die Zirkularbewegung als tierische Grundbewegung“ *) wird erwähnt, dass auch Menschen infolge der stärkeren Ausbildung einer Körperseite, also hierbei des Beines, im Nebel oder im Walde, wenn sie sich durch kein Anhaltszeichen über die Richtung ihres Weges orientieren können, im Kreise herumlaufen, und zwar jeder Mensch immer nach derselben Seite hin.

Guldberg hat dies auch durch Versuche mit Personen, deren Augen verbunden wurden, bestätigt gefunden. Auf 3 Skizzen sind von ihm solch lange Irrwege von Personen im Nebel abgebildet. Auf einem ist der Betreffende ein Rechtsbeiner, d. h. er lief im Kreise nach links herum, auf zweien dagegen sind es Linksbeiner. Auf einer Skizze gingen sogar einmal 3 Personen zusammen im Nebel in weiten Kreisen viermal um den Ort, den sie suchten, und zwar nach links zu herum.

Auch dies würde also darauf hindeuten, dass bei der Mehr-

*) Zeitschrift für Biologie. 35. Band, p. 151.

zahl der Menschen, entsprechend dem rechten Arm, das linke Bein stärker entwickelt ist und benutzt wird, ohne dass die grössere Stärke indessen so allgemein geworden ist, wie die Rechtshändigkeit. Der Grund für diese geringere Verallgemeinerung ist, wie schon erwähnt, die grössere Gleichförmigkeit der Beinbewegungen und der Umstand, dass ihre einseitige Entwickelung vermutlich erst eine Folge der Arme ist.

Werfen wir noch einen Blick auf das Vorkommen der Linkshändigkeit. Wir sahen, dass in der Urzeit die Ambidextrie, der gleichmäßige Gebrauch beider Arme, vermutlich eine viel grössere Ausdehnung hatte als heute, obwohl auch damals schon die Rechtshändigkeit überwog.

Die grösseren Anforderungen, die die komplizierten Arbeiten der forschreitenden Kultur an die Geschicklichkeit der Hand stellten, führte immer mehr zur Ausbildung einer besonders geschickten Hand, denn beide gleichmäßig auszubilden, hätte die doppelte Zeit und Mühe erfordert.

Aus bestimmten Gründen, die später erörtert werden, wählte die Mehrheit dazu die rechte Hand, und durch das Fortwirken der Umstände, die die Mehrheit zu dieser Wahl veranlassten und durch das spätere Hinzukommen von noch anderen Einflüssen, die gleichfalls später behandelt werden, wurde die Minderheit der Linkshänder eine immer geringere, ohne indessen bis heute gänzlich zu verschwinden.

Die letzteren Einflüsse wirken aber auch heute noch fort, und deshalb sehen wir den Vorgang des Verschwindens der Linkshänder deutlich sich auch in der Gegenwart fortsetzen.

Den Maßen der Armknochen nach werden viel mehr Linkser geboren als es der Funktion nach im Leben gibt. Wie wir oben sahen, gibt es nach den Skelettmaßen etwa noch $12\,^1/_2\,\%$ Linkser, nach den Maßen der Knochen am lebenden Körper infolge der stärkeren Ausbildung der Muskeln des rechten Armes nur noch $9\,\%$, und endlich nach dem wirklichen Gebrauche der Glieder im Leben noch viel weniger.

Ogle*) fand durch Nachfragen in einem Hospital unter 2000 Kranken $4\,^1/_2\,\%$ Linkshänder, von denen die Hälfte auch

*) Ogle. On dextral pro-eminence. Med. Chir. Trans. 1871, p. 272.

andere Linkshänder in ihrer Familie hatten. Hyrtl fand nur 2 % Linkser, und Hasse und Dehner endlich fanden unter 5000 Soldaten nur 1 % Linkser.

Auffällig ist, dass bei den meisten Untersuchungen festgestellt wurde, dass Frauen viel häufiger linkshändig sind als Männer. Darin stimmen Jobert*) und Biervliet**) überein.

Amadli und Tonnini***) bestätigen das häufige Vorkommen der Linkshändigkeit bei Frauen und fügen hinzu, dass dies in noch grösserem Maße bei Verbrechern der Fall sei. Sie finden den Prozentsatz der Linkser bei Frauen 5,8 %, bei Männern 4,3 %; dagegen unter Verbrechern bei Frauen 22,7 %, bei Männern 13,9 %.

Später werden wir sehen, dass diejenigen Gründe, die die Mehrzahl der Urmenschen bestimmten, den rechten Arm vorzuziehen, bei den Frauen weniger zur Wirkung kamen und so wird sich dieser Umstand erklären, während für das häufigere Vorkommen bei Verbrechern andere Gründe später erwähnt werden.

*) Jobert. Virchow-Hirsch, 1883, p. 508, ferner Les gauchers, Lyon 1885.

**) Biervliet. Revue phil. 1899.

***) Amadli e Tonnini. Archivio di Psych. de Lombroso IV, p. 515.

4. Theorien über die Ursachen der Rechtshändigkeit.

a) Die Blutversorgung des Körpers als Ursache.

Wenden wir uns nun den Vorstellungen zu, die man sich über die Ursachen gemacht hat und noch macht, die die Allgemeinheit der Menschen bestimmt hat, gerade den rechten und nicht den linken Arm besonders stark auszubilden.

Die Anschauung, welche die älteste ist, soweit wir es übersehen können, und die zugleich heute am meisten in wissenschaftlichen Kreisen verbreitet und noch in den letzten Jahren von wissenschaftlicher Seite behandelt worden ist, ist die von der Abhängigkeit der Rechtshändigkeit von dem System der Blutversorgung des Körpers.

Infolge der unsymmetrischen Lage des Herzens sind die Abgänge der grossen Blutgefässe für die obere Hälfte des Körpers aus der Hauptarterie, der Aorta, an beiden Seiten verschieden.

Die Aorta steigt im Bogen erst nach rechts vorn empor und biegt sich dann nach links hinten zurück. So kommt es, dass trotz der Linkslage des Herzens im Verlaufe der Aorta zuerst die Gefässe für die rechte obere Hälfte des Körpers abgehen und weiterhin erst diejenigen für die linke Seite. (Siehe Abbildung).

Diese Abgänge finden nun beim Menschen in anderer Weise für die rechte Seite statt als für die linke.

Während die Arterien für die rechte Seite zu einem einzigen Stamm, der Anonyma, vereinigt, von der Aorta abgehen, und sich erst weiterhin in die Carotia communis dextra, besonders für die rechte Hälfte des Kopfes, und die Subclavia dextra hauptsächlich für den rechten Arm, teilen, gehen die

Carotis communis sinistra und die Subclavia sinistra jede direkt vom Bogen der Aorta aus, ohne gemeinsame Zwischen-Arterien.

Besonders wichtig für die folgende Ausführung ist es noch, dass von der Carotis communis jeder Seite auch die entsprechende Hälfte des Gehirns mit Blut versorgt wird, dass aber die Arterien beider Gehirnhemisphären durch zahlreiche Anastomosen am untern Teile des Gehirns mit einander in Verbindung stehen. Ferner wird, infolge der Kreuzung der grössten Masse der Nerven im Rückenmark, die rechte Körperhälfte von den Nerven regiert, die von der linken Hirnhemisphäre ausgehen, während die Nerven der linken Körperhälfte hauptsächlich von der rechten Hirnhälfte kommen.

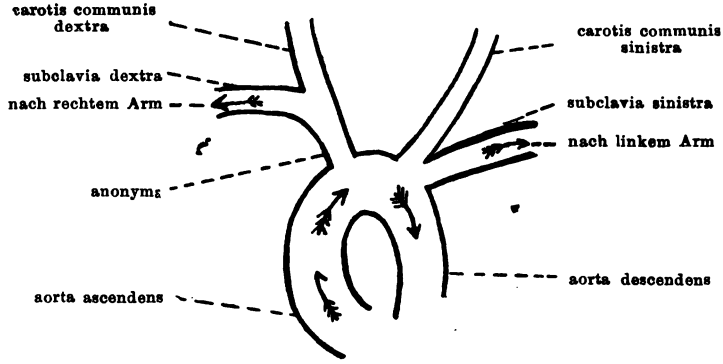

Abb. 1.

Dass nun diese Ungleichheit der Abgänge der Blutgefässe an der Aorta die Ursache der Rechtshändigkeit sei, wird zum ersten Mal, soweit wir es übersehen, im Jahre 1810 in der Encyclopaedia Brittannica *) erwähnt.

Später wurde diese Theorie von Ogle **) wieder aufgenommen. Er behauptete, dass infolge des direkten Abganges der linken Carotis communis von der Aorta ohne vorherigen gemeinsamen Stamm mit der Subclavia, wie es auf der rechten Seite ist, der Blutstrom durch die linke Carotis communis ein freierer, mehr direkter und deshalb stärkerer sei, als rechts. (Siehe Abbildung.)

*) Encycl. Britt. 1810, Art. Comparative Anatomy.

**) Ogle. On dextral pro-eminence, Lancet 1871, p. 49.

Deshalb werde die linke Hälfte des Gehirns besser mit Blut ernährt als die rechte und infolgedessen sei auch die Kraft der Innervation der linken Hemisphäre, die auf die rechte Körperseite wirkt, stärker und lasse so die rechte Körperseite im Gebrauche bevorzugte werden.

Zwar auch durch die Verschiedenheit der Arterienabgänge von der Aorta, aber in gerade entgegengesetzter Weise, suchte Chudleigh*) 1885 die Rechtshändigkeit zu erklären.

Er führt aus, dass der Strom von Flüssigkeit in zwei einzelnen Röhren weniger wirksam sei als in einer doppelt so grossen einfachen Röhre und dass deshalb der gemeinsame grössere Stamm der Blutgefässe der rechten Seite, die Anonyma, mehr Blut abfangen müsse als die beiden einzelnen Blutgefässe für die linke Seite, die direkt von der Aorta abgehen.

Deshalb erhalte sowohl der rechte Arm durch die rechte Subclavia, wie auch die rechte Hirnhälfte durch die rechte Carotis mehr Blut.

Es würde also auf diese Weise der rechte Arm direkt begünstigt durch die bessere Ernährung seiner Muskeln mit Blut, der linke Arm werde nur indirekt begünstigt, durch die gleichzeitig bessere Ernährung der rechten Hirnhälfte, von der er innerviert wird. Nun sei eine direkte Begünstigung der Muskeln viel wertvoller als eine indirekte durch bessere Ernährung des Gehirns, denn sehr grosse Muskelmassen könnten auch bei einem nur geringen Vorhandensein von Nerventätigkeit arbeiten, wie das Beispiel der Boa constrictor und des Elefanten zeige, deren ungeheure Muskelmengen von einem verhältnismäßig sehr kleinen Gehirn regiert würden.

Deshalb überwiege auch beim Menschen die direkte bessere Ernährung des rechten Armes die indirekte bessere Ernährung des linken Armes und führe zur Rechtshändigkeit.

Diese Behauptungen fanden indessen nicht viel Anhänger und man kam allgemein auf die Ausführungen Ogles zurück, nach denen die bessere Ernährung der linken Hirnhälfte das maßgebende ist.

Der neueste ärztliche Verteidiger dieser Ansicht ist Lued-

*) Chudleigh. Brit. Med. Journ., 1885, p. 1141.

deckens*). Lueddeckens geht von der Ansicht aus, dass der in einem Gefässe herrschende Druck direkt abhängig sei von der Zugängigkeit seines Lumens und von der grösseren oder geringeren Übereinstimmung der Richtung des Gefässes mit der des andrängenden Stromes.

Nun lägen die Abgänge der linken Carotis und Subclavia (siehe Figur) viel mehr in der Richtung des Blutstromes, der von der rechten Wand der Aorta an dem Beginn der Biegung aus der geraden Richtung herausgedrängt wird, als die Abgangsstelle der Anonyma für die Arterien der rechten Seite. Deshalb erhielte die linke obere Körperhälfte, und damit auch die linke Hirnhälfte, mehr Blut als die rechte und der Blutdruck sei dauernd hier ein höherer.

Der rechte Arm stehe zwar deshalb unter geringerem Blutdruck als der linke, dies werde aber mehr als ausgeglichen durch die stärkere Innervation des Armes. Beweisend für diese Blutverteilung sei es auch, dass nach Strümpell Embolien, Blutgerinnsel, die durch den Blutstrom vom Herzen fortgerissen wurden, häufiger in den Arterien der linken Hirnhälfte gefunden werden, als in der rechten, und dass nach Vierordt die entsprechende Carotis links meist etwas stärker ist als rechts.

Der grössere Blutdruck in der linken Hirnhemisphäre werde auch noch dadurch erhöht, dass nicht nur der Zufluss stärker, sondern auch der Abfluss geringer sei. Endlich gibt er zwar zu, dass ausser den starken Verbindungen der zuführenden Blutgefässe beider Hirnhälften am Boden des Gehirns, selbst auf der Hirnrinde solche druckausgleichende Verbindungen beständen, behauptet aber, dass sie viel zu schwach seien, um den Unterschied des Blutdrucks auf beiden Seiten des Gehirns auszugleichen.

Das Vorkommen von Linkshändigkeit erklärt Lueddeckens dadurch, dass bei diesen Ausnahmefällen eben die Gefässe der andern Seite mehr in der Richtung des Blutstromes lägen; bei einigen Linksern habe man auch gefunden, dass der Abgang der Anonyma etwas nach links verschoben gewesen sei, oder

*) Lueddeckens. Rechts- und Linkshändigkeit, Leipzig 1900, Engelmann.

dass die Carotis beider Seiten aus dem gemeinsamen Stamm der Anonyma abgegangen sei. —

Die Unsicherheit der ganzen Theorie, dass die Rechtshändigkeit eine Folge der Blutverteilung im Körper sei, fällt sofort dadurch ins Auge, dass einer ihrer neueren Vertreter zu seinen Schlüssen durch eine Begründung kommen konnte, die der der anderen völlig entgegengesetzt ist, wie es in der Theorie Chudleighs geschieht. Dies deutet zugleich auf den schwachen Punkt einer solchen Erklärungsart hin; dass wenn man nämlich der einen Hirnhälfte einen höheren Blutzufluss zusprechen will, man denselben wohl oder übel auch immer dem gleichnamigen Arm zugestehen muss, so dass dadurch die Wirkung sich gegenseitig aufhebt, da die entsprechende Hirnhälfte den Arm der andern Seite regiert.

Man kann sich dann nur durch solch willkürliche Erklärung helfen, wie Chudleigh sie über die geringe Bedeutung der Innervation bei Muskeltätigkeit gibt, die den Ergebnissen aller Forschung widerspricht.

Betrachten wir zunächst die physikalischen Grundlagen dieser Theorien näher, so vermissen wir in der von Lueddekens völlig eine Berücksichtigung des bekannten Grundgesetzes, dass der Druck sich in Flüssigkeiten gleichmäßig nach allen Richtungen fortpflanzt.

Die menschlichen Blutgefässe sind keineswegs, wie man es sich nach dieser Theorie vorstellen müsste, starre Röhren, durch die in gewissen Zwischenräumen eine Quantität Flüssigkeit gepresst wird, sie sind vielmehr höchst elastische Gebilde, deren Weite nie die gleiche bleibt, und die Blutflüssigkeit wird nie mit einem einzigen Herzschlage hindurchgepumpt, sondern dazu gehören eine ganze Anzahl von Herzschlägen.

Man darf sich also die grossen Blutgefässe, die hier in Frage kommen, niemals leer vorstellen, sie sind immer völlig gefüllt, nur ist ihre Weite bisweilen grösser, bisweilen kleiner, und deshalb ist in jedem Augenblick das Gesetz giltig, dass sich der Druck in Flüssigkeit gleichmäßig fortpflanzt, d. h. nach oben und nach der Seite in derselben Weise wirkt, wie nach unten und vorwärts, und so ebenso hoch in der abwärts gehenden Anonyma und den Blutgefässen der rechten Seite ist, wie

in denen der linken, wenn deren Abgangsöffnung auch noch so sehr in der „Stromrichtung“ liegen.

Der Blutstrom der grossen Gefässe ist eben kein frei fliessender Strom, sondern eine fortdauernd eng umschlossene Flüssigkeitssäule, in der das erwähnte physikalische Gesetz im vollsten Maße wirksam sein muss. Dass trotzdem Blutgerinnsel in grösserer Anzahl in die linke Carotis gelangen, ist deshalb möglich, weil sie als feste, schwere Körper in der Mitte der Flüssigkeitssäule vorwärts bewegt werden müssen und auf diese Weise allerdings mit grösserer Leichtigkeit in die gerade vorliegende linke Carotis geraten können.

Auch Kellogg*) erwähnt, dass der mögliche geringe Unterschied in Länge und Richtung der beiden Carotiden in seiner Wirkung schon durch die plötzliche Biegung aufgehoben werden müsse, die beide Arterien an der Gehirnbasis erfahren, und vollends erst durch die darauf folgende ausgiebige Vereinigung der Strömung beider Seiten im Circulus Willisii, der offenbar nur zu dem Zwecke dient, um vor dem Eintritte der Gefässe in das so überaus empfindliche Gehirn eine völlig gegenseitige Ausgleichung einer noch möglichen Differenz des Blutdrucks beider Seiten herbeizuführen.

Wenn aber wirklich auch ein Unterschied in den Blutdruckverhältnissen beider Seiten vorhanden wäre, so müsste er sich später ausgleichen. Schon Sigerson**) meinte, dass event. Ungleichheit des Druckes sich später ausgleichen müsste, und zwar sowohl durch die Anostomosen als durch die Vertebralarterien. Ähnlich spricht sich Waldeyer aus.

Freilich sagt Lueddeckens, dass die letzten Endarterien daran keinen Teil hätten, aber er gibt zu (p. 48), dass sogar auf der Gehirnrinde verbindende Anastomosen existieren, diese seien aber zu schwach, um genügend zu wirken.

Nun ist aber gerade der Umstand, dass diese äussersten Anastomosen auf der Hirnrinde so schwach sind, der Beweis

---

*) Kellogg. Physiology of right and left handedness. Journal of Americ. Mrd. Assoc. 1898, p. 356.

**) Sigerson, Considerations on dextral pro-eminence Proc. Roy Ir. Acad. 1884, p. 38.

dafür, dass der Blutdruck auf beiden Seiten ein nahezu gleicher ist.

Wenn er es nicht wäre, würden diese Anastomosen sofort stärker werden müssen, wenn sie einmal vorhanden sind, denn man weiss ja, dass bei Unterbindungen von Arterien kleine, unscheinbare Anastomosen sich in ausserordentlich kurzer Zeit bedeutend vergrössern und die Stelle der unterbundenen Arterien einnehmen können, und genau so müssten sich diese Anastomosen auch umbilden, wenn eine Druckdifferenz vorhanden wäre.

Auch tritt nach Howell*) bei Steigerung des Druckes in den Arterien des Gehirns keine Stauung des nervösen Abflusses ein. Übrigens würde eine Stauung des verbrauchten venösen Blutes in der linken Hirnhälfte infolge geringeren Abflusses, wie sie Lueddeckens behauptet, durchaus nicht, wie er zu glauben scheint, mit einer Mehrzuführung von Blut und damit besseren Ernährung der linken Hemisphäre gleichbedeutend sein.

Auch das „meist etwas stärkere Kaliber der linken Carotis", das Lueddeckens nach der Autorität Viernordts anführt, hat sich neuerdings als ein Irrtum herausgestellt.

Cunningham**) hat die herausgeschnittenen Carotiden beider Seiten in Wachs ausgegossen, dieses an 24 sich entsprechenden Stellen quer durchgeschnitten, die Querschnittsflächen mit Drucktinte bedeckt und auf Papier abgedruckt, das in Millimeterquadrate eingeteilt war.***)

Durch Zählen der Millimeterquadrate konnte er nun genau den Flächeninhalt der beiderseitigen Carotidenquerschnitte vergleichen. Bald war er an der einen, bald an der andern Seite grösser, zählte er aber den Flächeninhalt sämtlicher 24 Querschnitte der einen Carotis zusammen, und ebenso den der andern, so erhielt er vollkommen gleiche Zahlen, ein Beweis für das gleiche Kaliber beider Carotiden.

Lueddeckens gibt ferner ausdrücklich zu, dass bei dem geringen Blutdruck in der rechten Hirnhälfte auch der rechte Arm unter geringerem Drucke stehen müsse, dass dies aber

*) Howell. Americ. Journal of Physiol. 1898 I, p. 57.

**) Cunningham. Journal of the Anthropol. of Gr. Br. 1902, p. 288.

***) Siehe Abbildung nächste Seite!

durch die stärkere Innervation ausgeglichen werde, er hat aber es unterlassen, durch das einfache Messen des Blutdruckes beider Arme mit dem Tonometer sich von der Richtigkeit seiner Folgerung zu überzeugen.

Er würde sich in diesem Falle vom Gegenteil überzeugt haben, denn durch die schon oben erwähnten Untersuchungen Hechts*) ist nachgewiesen worden, dass der Blutdruck des rechten Armes immer um ca. $^1/_9$ den des linken übertrifft.

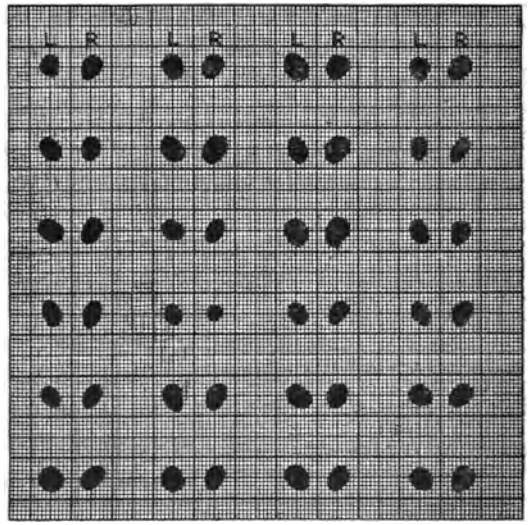

Abbildung aus: Journal of the Antropol. Instit. of Great Britain. 1902, July' p. 288., von Cunningham.
Abb. 2.

Völlig unerklärlich bleibt es ferner nach dieser Theorie, weshalb die Rechtshändigkeit beim Kinde erst nach 1 Jahr auftritt. Da die Gefässverhältnisse, die die Rechtshändigkeit herbeiführen sollen, schon bei der Geburt vorhanden sind, müsste es doch auch die Rechtshändigkeit sein.

Auch das Vorkommen der Linkshändigkeit widerspricht der Theorie, der zufolge Linkshändigkeit nur bestehen könnte, wenn einer jener äusserst seltenen Fälle von Transposition der

*) Hecht. Zur Kenntnis der Rechts- und Linkshändigkeit Deutsche med. Wochenschr. 1900, Nr. 32.

Eingeweide vorläge, bei der das Herz auf der rechten Seite und alle anderen Lageverhältnisse umgekehrt sind, oder wenn wenigstens nach Lueddeckens eine abnorme Verschiebung oder Verlagerung der Carotidenabgänge vorhanden wäre, sodass die Wirkung des Blutstromes eine andere würde.

Nun hat aber schon Pye-Smith*) 1871 nachgewiesen, dass bei einer Anzahl von Personen Transposition der Eingeweide gefunden worden ist, die in ihrem ganzen Leben nicht Linkser gewesen sind, wie es nach der Theorie unumgänglich nötig gewesen wäre, sondern Rechtser. Die Fälle, die er erwähnt, stammen von Gachet (Gaz. des Hôp. Août 1861), Géry (Cruveilhiers Anatomie p 64) und aus Schulze-Virchow XX, p. 209.

Damit fällt aber die ganze Theorie ohne weiteres zusammen, denn wenn alle Gefässverhältnisse im Körper umgekehrt liegen, müsste ganz bestimmt Linkshändigkeit vorhanden gewesen sein.

Abgesehen davon, ist auch Lueddeckens Versuch zur Erklärung der Linkshändigkeit ungenügend. Es ist nämlich zwar in einzelnen Fällen diese seltene Verschiebung der Anonyma bei Linksern gefunden worden, aber sie kommt durchaus nicht immer bei Linksern vor, und es ist dadurch nur bewiesen, dass sie auch bei Linksern ebenso vorkommen kann, wie bei Rechtsern. Zudem hat Pye-Smith auch eine Anzahl Fälle zusammengestellt, in denen die rechte Carotis in ganz derselben Weise von der Aorta abging wie die linke und in denen doch im Leben Rechtshändigkeit bestand.

Ein ebenso starker Beweis gegen diese ganze Theorie, wie das Nichtvorhandensein von Linkshändigkeit bei Transposition der Eingeweide ist der, dass bei einer Anzahl von Tieren genau dieselbe Lage und Abgangsart der grossen Arterien vorhanden ist, ohne dass Anzeichen für die Bevorzugung der rechten Körperseite bestünde.

Bei den höheren Tieren ist die Art des Abgangs der grossen Arterien, die hier in Frage stehen, aus der Aorta bei den einzelnen Arten sehr verschieden, und zwar hängt dies nach

*) Pye-Smith. On left handedness. Guy's Hosp. Rep. 1871, p. 141.

Parsons*), der die neueste Untersuchung darüber angestellt hat, hauptsächlich von der grösseren oder geringeren Breite der Brust im Verhältnis zu ihrer Tiefe ab, indem bei schmaler Brust, wie beim Pferde, dessen Brust zwei mal so tief als breit ist, sämtliche Arterienabgänge auf einen gemeinsamen Stamm zusammenrücken, was er schematisch so darstellt:

Abb. 3.

im Unterschiede zu den Verhältnissen beim Menschen:

Abb. 4.

Es gibt daher alle Arten von Abgängen der Arterien bei den verschiedenen Arten der Tiere, und man kann sich die entsprechenden auswählen. Genau so, wie beim Menschen, liegen nun nach Parsons und anderen die Verhältnisse beim Gorilla, Schimpansen und Seehunde. Bei den genannten beiden Affen hat man aber keine Rechtshändigkeit feststellen können, und Cunningham hat sogar, wie früher bereits erwähnt, die Armknochen toter Schimpansen gewogen und keinen Unterschied in der Schwere der Knochen beider Seiten gefunden.

Ebensowenig hat jemand beobachtet, dass der Seehund „rechtsflossig" wäre, der doch gerade beim Schwimmen das Gleichgewicht beider Seiten braucht. Noch schlimmer wäre es für die Vögel, wenn einer ihrer Flügel grösser und kräftiger wäre als der andere, Fliegen wäre ihnen dann nahezu unmöglich, und doch haben sie nach Gegenbauer**) Carotidenabgänge, ähnlich wie der Mensch, und müssten also nach der besprochenen Theorie „rechtsflüglich" sein!

Endlich müsste der Hase, bei denen die Verhältnisse um-

*) Parsons. On the arrangement of the branches of the Mammalian Aortic arch. Journ. of Anat. and Phys. July 1902.

**) Nach Sigerson, siehe oben.

gekehrt wie beim Menschen liegen, Linkser sein, wir haben oben aus den Beobachtungen Guldbergs gesehen, dass er bald im Kreise nach links, bald nach rechts läuft, wenn er gehetzt wird.

Obige Ausführungen zeigen wohl, dass diese Theorie unhaltbar ist. Trotzdem ist es aber richtig, dass der rechte Arm besser mit Blut versorgt wird als der linke und es ist wohl möglich, dass auch die linke Hirnhälfte mehr Blut erhält als die rechte, aber das ist offenbar nicht die Ursache, sondern die Folge der Rechtshändigkeit.

Jedes Organ, jeder Muskel, der mehr zur Tätigkeit herangezogen wird, verbraucht mehr Stoff und Kraft als ein anderer mehr ruhender, und er muss deshalb natürlich mehr Ersatzstoffe, mehr Blut erhalten.

Wie daher der Blutdruck am rechten Arm etwas höher gefunden wurde, so könnte wohl auch der Blutdruck in der mehrtätigen linken Gehirnhälfte höher sein, als in der rechten, aber in beiden Fällen ist er dann nicht höher infolge einer stärkeren vis a tergo, von rückwärts wirkenden Kraft. Das wäre ja auch unmöglich, da die linke Hemisphäre und der rechte Arm von verschiedenen Seiten aus versorgt werden. Er ist vielmehr nur an Ort und Stelle höher infolge der Vermehrung der Zahl und Grösse der kleinen Blutgefässe, die den stärker arbeitenden Teilen eine stärkere Fülle von Blut zuführen müssen als den anderen.

---

b) Die Lageverhältnisse des Kindes vor der Geburt als Ursache.

Da also diese Theorie keine genügende Erklärung der Ursachen der Rechtshändigkeit gibt, suchen wir nach einer andern.

Soweit wir es überblicken können, wurde zuerst nach der ersten Entstehung dieser Theorie eine andere von Comte aufgestellt, und zwar in der Abhandlung: Récherches Anatom.-Physiol. sur la prédominance du bras droit aus dem Jahre 1828 *).

Er sucht darin die Erklärung auf einem ganz andern Ge-

*) Comte. Journal de la physiologie expér. 1828, p. 41.

biete zu finden, nämlich in gewissen Eigentümlichkeiten der Lage des Kindes vor der Geburt im Mutterleibe.

Solange der Fötus, der kindliche Körper vor der Geburt, noch klein ist, kann er die verschiedensten Lagen im Mutterleibe einnehmen; wenn er aber grösser wird, muss er sich mit seiner Lage der Umgebung anpassen.

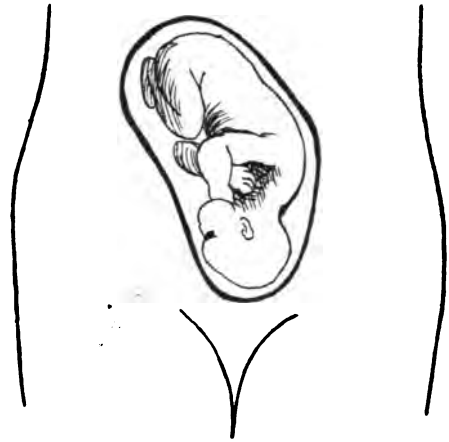

Abb. 5.

Die ihn umgebenden Weichteile können nachgeben, nicht aber die unlöslich in einander gefügten Knochen des mütterlichen Körpers. Selbst die Weite zwischen diesen Knochen, das knöcherne Becken der Mutter, in das der Fötus zu einem gewissen Zeitpunkt der Schwangerschaft „eintritt", füllt er schliesslich fast vollständig aus, und ganz von selbst wird er deshalb durch die dauernden Bewegungen des Körpers der Mutter in eine solche Lage kommen, die das günstigste Verhältnis zwischen der Form des fötalen Körpers und der knöchernen Beckenhöhle der Mutter zeigt, in der der Fötus also am bequemsten liegt.

Nun ist der Kopf des ungeborenen Kindes der grösste und unnachgiebigste Teil des Körpers und es kommt daher besonders auf die Lage des Kopfes in der Beckenhöhle an, während der andere Teil des Körpers den Drehungen des Kopfes meist nachfolgt.

Der Kopf selbst liegt infolge seiner überlegenen Schwere bei allen normalen Lageverhältnissen am tiefsten.

Nun ist die Weite des knöchernen Beckens an einem gewissen Teile grösser in der Breite als in der Richtung von vorn nach hinten. Da nun die Form des Schädels des Fötus eine solche ist, dass die Breite geringer ist als der Durchmesser von vorn nach hinten, so ist es nach dem oben Ausgeführten zu erwarten, dass der langsam im knöchernen Beckenkanal herabrückende Kopf des Fötus sich an dieser Stelle allmählich seitwärts dreht, bis er endlich völlig seitlich liegt, sodass also die eine Seite des Kopfes dem Rücken der Mutter zugewendet ist, die andere nach vorn.

Der Körper des Fötus folgt zum Teil, aber nicht völlig dieser Bewegung.

Es scheint nun völlig gleichgiltig für die Zweckmäßigkeit der Lage des Fötus zu sein, ob diese Drehung des Kopfes nach rechts, oder nach links hin erfolgt, aber dem ist nicht so.

In der weitaus grössten Zahl der Fälle dreht sich der Kopf so, dass der Nacken und Rücken des Kindes nach der linken Seite der Mutter zu gerichtet ist (siehe Figur), und dies ist dann die sogenannte erste Schädellage der Frucht, der andere, weit seltnere Fall, wird zweite Schädellage genannt.

Comte ist nun der Ansicht, dass in der ersten Schädellage die linke Seite des Körpers des Fötus, besonders der linke Arm, der unmittelbar vor der Wirbelsäule der Mutter läge, durch den Druck an die knöchernen Wirbel in seiner Entwicklung benachteiligt werde, und auch seine Blutversorgung gehindert würde.

Der rechte Arm dagegen könnte sich frei, ohne jeden Druck entwickeln und übertreffe daher den andern, zumal auch die Umbilicalgefässe ihm günstiger lägen, durch die das mütterliche mit dem kindlichen Blute verbunden ist.

Die Linkshändigkeit wäre dann allerdings sehr einfach durch die zweite Schädellage erklärt, indem die Bevorzugung dann eine umgekehrte wäre.

Das Zahlenverhältnis würde dafür ungefähr stimmen. Comte führt an, dass unter 20500 Geburten 19700 Schädellagen waren, und zwar kam die erste Schädellage 17200 mal vor, die zweite

2100 mal. Das gibt also etwa 11% Linkser und das wäre nicht zu viel, wenn man bedenkt, dass von den geborenen Linksern immer noch ein Teil, bei denen die Neigung nicht allzu stark ist, durch Erziehung und Beispiel Rechtser werden. —

Indessen vermag sich auch diese Theorie nicht damit abzufinden, dass die Rechtshändigkeit beim Kinde erst nach 1 Jahre auftritt; nach der Theorie müsste sie doch schon bei der Geburt vorhanden sein. Man findet allerdings bisweilen bei der Geburt den linken Arm, der an der Wirbelsäule lag, etwas schlaffer und weniger aktiv tätig, das verschwindet aber schon nach einigen Tagen und gleicht sich völlig aus.

Auch hat Comte es unterlassen, die Richtigkeit seiner Theorie in der Weise zu prüfen, dass er solche Kinder, die in zweiter Schädellage geboren waren, später aufsuchte und feststellte, ob sie wirklich Linkser geworden waren, wie es nach seiner Theorie der Fall sein müsste.

Der Verfasser dieser Arbeit unternahm eine solche Prüfung. Er wählte dazu Kinder, die zur Zeit der Prüfung etwa 12 Jahre alt sein würden, da einmal Kinder dieses Alters nicht mehr so sehr, wie in den ersten Schuljahren unter dem Einfluss der Erziehung zur Rechtshändigkeit stehen und wieder mehr ihrer wirklichen Natur folgen, andrerseits aber sie sich in diesem Alter meist noch am Heimatsorte bei den Eltern aufhalten und so zu ermitteln sind.

Trotzdem konnte Verfasser von 17 Kindern, die im Jahre 1892 in der Universitätsklinik zu Leipzig in zweiter Schädellage geboren worden waren, im Jahre 1904 nur noch 2 ermitteln, die meisten anderen waren gestorben. Diese zwei Kinder waren aber rechtshändig.

Mag nun auch durch diese kleine Zahl von widersprechenden Fällen die Theorie Comte's noch nicht völlig widerlegt sein, so ist sie doch dadurch sehr in Zweifel gestellt, denn nach Comte müsste jeder, der in zweiter Schädellage geboren wird, Linkser sein. Selbst wenn aber diese Theorie richtig wäre, würde sie nicht die Ursachen der Rechtshändigkeit erklären, sondern sie würde uns nur die Art und Weise der Vererbung der Rechts- und Linkshändigkeit verständlicher machen.

Um dies einzusehen, müssen wir erst die Verhältnisse

kennen lernen, die man als Ursachen für das so überaus häufigere Vorkommen der ersten Schädellage im Vergleich zu dem der zweiten betrachtet.

Bei den meisten Frauen ist der Uterus, die Gebärmutter, mit seinem oberen Teile etwas nach rechts geneigt. (Siehe Figur). Als Grund dafür nimmt man nun meist die Rechtshändigkeit der Menschen an und stellt sich dies so vor, dass man sich bei den meisten kräftigen, weiter ausholenden Bewegungen des rechten Armes unwillkürlich etwas nach links neigt, um ein besseres Gleichgewicht herzustellen und dem tätigen Arm so eine feste Stütze zu geben.

Bei diesem Neigen des Oberkörpers nach links sollen sich nun die Bauchmuskeln der linken Seite so zusammenziehen, dass sie den oberen Teil des Uterus etwas nach rechts zu drängen und so allmählich durch das häufigere Vorkommen dieser Bewegung eine dauernde Neigung des oberen Teils des Uterus nach rechts herbeiführen. Bei Linkshändern müsste es dann natürlich umgekehrt sein.

Nun ist aber auch die Gestalt des Fötus im Mutterleibe keine langgestreckte, sondern aus gewissen mechanischen Gründen liegt der Kopf mit dem Kinn fest an der Brust und auch die Beine sind heraufgezogen, sodass die Linie des Nackens und Rückens nach hinten zu konvex ist.

Es ist nun klar, dass sich diese gebogene Gestalt des Fötus, wenn sie sich seitlich in den nach seitwärts gebogenen Uterus hineinlegen muss, nur in der einen Weise richtig sich einfügen kann, wenn sie nämlich ihre eigene Biegung mit der des Uterus in Übereinstimmung bringt.

Mit Hilfe der Muskelbewegungen des Uterus geschieht dies denn auch in der grossen Mehrzahl der Fälle, und führt zu der ersten Schädellage. Auf diese Weise würden Rechtser ihre Rechtshändigkeit erwerben und Linkser auf genau umgekehrte Art ihre Linkshändigkeit.

Wir sehen also, dass die Erscheinungen, auf die Comte seine Theorie stützt, nicht die Ursache, sondern die Folge der Rechtshändigkeit ist, und wenn diese Theorie richtig wäre, so würde sie uns nur wieder auf denselben Punkt zurückführen.

c) Die Lage des Schwerpunktes im Körper als Ursache.

Ein anderer Erklärungsversuch, der ebenfalls wieder die Frage von einer ganz andern Seite aus anfasst, ist der von Buchanan*) vom Jahre 1862.

Buchanan geht von der Tatsache aus, dass derjenige Teil der Eingeweide des menschlichen Rumpfes, der im Leben sich in dessen rechter Hälfte befindet, schwerer ist, als der der linken Hälfte.

Die Wahrheit dieser Tatsache bestätigten die Untersuchungen Dr. Struthers**) aus dem folgenden Jahre, der feststellte, dass der Inhalt der rechten Hälfte des Rumpfes den der andern um 23 Unzen übertrifft.

Besonders wird dieser Unterschied des Gewichts durch die Leber veranlasst, die fast vollständig auf der rechten Seite liegt, während das Herz nur zum grösseren Teile, nicht völlig, auf der linken Seite liegt und wiederum die rechte Lunge mit ihren 3 Lappen schwerer ist, als die zweilappige linke Lunge.

Auch in der neuesten Zeit ist dieser Gewichtsunterschied der beiden Seiten des Rumpfes durch genaue Untersuchungen festgestellt worden und von Moorhead***) sein Vorhandensein beim kindlichen Körper bereits vor der Geburt nachgewiesen worden. Moorhead fand zwar, wie oben schon erwähnt, an den beiden Armen der Kinder auch bei der Geburt noch keinen Unterschied, stellte aber schon im 6. Monat des Fötallebens einen Gewichtsunterschied der Eingeweideteile beider Seiten fest.

Und zwar überwogen in der Brust infolge der Linkslagerung des Herzens die Eingeweide der linken Seite um etwa 90 gr, in der Bauchhöhle aber überwogen infolge der Rechtslage der Leber die Eingeweide der rechten Seite um 105 bis 300 gr, sodass immer ein bedeutender Gewichtsunterschied im ganzen Rumpfe zu Gunsten des Inhalts der rechten Hälfte vorhanden war. Wir können diesen Gewichtsunterschied daher wohl als Tatsache annehmen.

---

*) Buchanan. Mechanical Theorie of the predominance of the right hand. Proceed. of the Philos. Soc. Glasgow 1862.

**) Struther. Edinbg. Med. Journ. 1863. The relative weights of the viscera of the two sides.

***) Moorhead. Journal of Anatomy and Physiol. July 1902.

Nach Buchanan wird nun diese Differenz bei allen starken Bewegungen noch in der Weise vermehrt, dass der Mensch vor jeder energischen, grösseren Bewegung unwillkürlich tief Atem holt, um alle seine Gewebe mit Sauerstoff zu sättigen.

Bei diesem tiefen Atemzuge wird nun nach Buchanan die grössere dreilappige rechte Lunge mehr mit Luft gefüllt als die linke, zweilappige Lunge, infolgedessen dehnen sich auch die unteren Rippen der rechten Seite mehr aus und ziehen dadurch die an sie befestigte Leber etwas mehr nach rechts, so den Schwerpunkt des Körpers, der schon sowieso etwas rechts von der Mittellinie des Körpers gelegen ist, noch mehr nach rechts verschiebend.

Dieser Umstand, dass der Schwerpunkt des Körpers bei allen kräftigen Bewegungen ziemlich weit nach rechts von der Mittellinie gelegen ist, ist nun nach Buchanan für die Bevorzugung des rechten Armes bei diesen Bewegungen maßgebend.

Zur bequemeren Aufrechterhaltung des körperlichen Gleichgewichts und einer nur dann möglichen vollen Entfaltung der Körperkräfte bei der betreffenden Armbewegung, sei es unmöglich, den linken Arm mit demselben Erfolge zu benutzen wie den rechten.

Wenn man an die oben erwähnte Theorie der Ursache der seitlichen Neigung des Uterus denkt, die dort darin gefunden wurde, dass der Mensch sich bei allen starken Bewegungen des rechten, bevorzugten Armes unwillkürlich etwas nach links mit dem Oberkörper überneige, um so das Gleichgewicht zu verbessern, und dem rechten Arm eine festere Stütze zu geben, so stimmt dies ja allerdings völlig mit den Ansichten Buchanans überein. Ferner wäre danach leicht einzusehen, dass bei einer starken Bewegung des linken Armes ein Überwiegen des Körpers nach rechts den schon rechts liegenden Schwerpunkt des Körpers soweit nach rechts verschieben würde, dass die Gefahr des Umfallens nahe läge, oder wenigstens der grösste Teil der Kraft des Körpers auf das Verhüten dieses Umfallens verwendet werden müsste und so dem Arme entzogen würde.

Rein mechanische Betrachtungen führen Buchanan dann weiter zu der Folgerung, dass infolge dieser Rechtslage und

Verlagerung des Schwerpunktes im Körper die linke Körperseite [zwar für Bewegungen ungeeigneter, dass sie aber viel mehr als die rechte Seite zum Tragen von Lasten befähigt sei, weil eben der mehr rechts liegende Schwerpunkt des Körpers ein gewisses Gegengewicht für die Last bilde, und man sich nicht so weit nach rechts überzuneigen brauche, um dieses Gegengewicht herzustellen, während man sich beim Tragen von Lasten am rechten Arme bedeutend weiter nach links neigen müsse, um ins Gleichgewicht zu kommen.

Daher soll es nun kommen, dass tatsächlich Lasten viel häufiger auf der linken Schulter, Körbe am linken Arm getragen werden etc.

In dieser Weiterführung der sonst ausserordentlich bestechenden Theorie liegt aber schon ihre Schwäche.

Es ist nicht wahr, jedenfalls längst nicht so allgemein wie es sonst sein müsse, dass die Lasten mehr und leichter auf der linken Seite getragen werden.

Genaue Beobachtungen über die Art des Lasttragens hat gerade daraufhin Wilson*) angestellt und kam zu dem Ergebnis, dass bei dem Tragen von Lasten keine Schulter bevorzugt wird.

Ihren Todesstoss aber erhält diese glänzende Theorie wenigstens insoweit, als sie die alleinige Erklärung für die Ursachen der Rechtshändigkeit geben will, durch etwas anderes.

Buchanan kannte nämlich nur einen der seltenen Fälle von Transposition der Eingeweide, die schon oben erwähnt wurden, bei denen sämtliche Eingeweide gerade umgekehrt wie sonst liegen. Dieser Fall war nun zufällig ein Linkser gewesen und hatte natürlich Buchanan sehr in seiner Ansicht bestärkt, oder ihn vielleicht erst darauf gebracht. Er sprach nun am Schlusse seiner Abhandlung selbst die Erwartung aus, dass alle Fälle von Transposition der Eingeweide, die man in Zukunft bei der Sektion feststellen würde, ebenfalls im Leben Linkser gewesen sein würden.

Auf diese Bestätigung oder Vernichtung seiner Theorie durch Feststellungen an zukünftigen Fällen von Transposition der Eingeweide hätte Buchanan garnicht zu warten brauchen,

*) Wilson. The right hand, London 1891, p. 171.

wenn er seine Theorie einfach von der andern Seite aus untersucht hätte.

Wenn die Lage des Schwerpunktes rechts von der Mittellinie des Körpers die einzige Ursache für die Rechtshändigkeit ist, so muss notwendigerweise bei allen linkshändigen Personen der Schwerpunkt also links von der Mittellinie liegen, das ist aber bei sonst normalen Körperverhältnissen nur möglich, wenn eine Transposition der Eingeweide besteht und diese müsste demnach bei allen Linksern bestehen. Da sich nun eine Transposition der Eingeweide auch im Leben nachweisen lässt, man kann nämlich fast immer durch die physikalischen Untersuchungsmethoden feststellen, ob das Herz links oder rechts gelegen ist, so wäre es sehr einfach gewesen, zum Beweise der Theorie bei Linksern nach Transposition der Eingeweide zu forschen, und die Untersuchung hätte bei Richtigkeit der Theorie in jedem Falle positiv ausfallen müssen.

Diese Prüfung unterliess Buchanan, aber auch so wurde die Unhaltbarkeit der Theorie augenscheinlich durch das Bekanntwerden von Fällen von Transposition der Eingeweide, bei denen die betreffenden Personen im Leben nicht Linkshänder gewesen waren. Wie oben schon erwähnt, stellte zuerst Pye-Smith*) 1871 solche Fälle zusammen.

Eine Theorie aber, die rein mechanische Verhältnisse des Körpers als alleinige Ursache der Rechtshändigkeit ansieht, ist vollständig hinfällig, wenn soviele Fälle beobachtet werden, in denen diese mechanischen Verhältnisse gerade umgekehrt vorliegen, und doch die sonstigen Verhältnisse dieselben sind.

Dies hat auch Buchanan selbst eingesehen und er veröffentlichte im Jahre 1877 **) eine Modifizierung oder vielmehr völlige Änderung seiner Theorie.

Er sagt darin, seine alte Theorie genüge nicht zur Erklärung der Linkshändigkeit und auch nicht zur Erklärung der Bevorzugung der rechten Hand auch zur feineren Arbeit.

In seiner neuen Theorie führt er aus, dass man den Schwerpunkt des menschlichen Körpers nicht nur nach seiner Lage

*) Pye-Smith. Guy's Hosp. Rep. 1871, p. 141.
**) Buchanan. Proc. of the philos. Soc. Glasgow 1877.

nach rechts oder links betrachten müsse, sondern auch nach seiner Lage mehr nach oben oder mehr nach unten im Körper von der Mitte aus gerechnet.

Der stehende Körper sei entweder im stabilen Gleichgewicht, und zwar dies dann, wenn der mathematische Schwerpunkt des Körpers unterhalb seiner Querachse liegt, das heisst, wenn die untere Hälfte des Körpers schwerer ist als die obere, oder im labilen Gleichgewicht, wenn der Schwerpunkt oberhalb der Querachse des Körpers liegt, wenn also die obere Körperhälfte schwerer ist als die untere.

In den meisten Fällen liegt nun nach Buchanan der Schwerpunkt beim Menschen oberhalb der Querachse des Körpers und natürlich, seinen früheren Ausführungen gemäß, etwas nach rechts gerückt.

Nach den Gesetzen der Mechanik sei nun jeder Körper, der sich im labilen Gleichgewicht befindet, leicht auf seinem Stützpunkt beweglich und verschiebbar, nach den früheren Ausführungen also der Körper mit seinem rechts gelegenen Schwerpunkt am leichtesten beweglich auf einem mehr nach links gelegenen Stützpunkt, das heisst auf dem linken Bein.

Solche Normalmenschen mit dem Schwerpunkte oberhalb der Querachse des Körpers könnten sich also am bequemsten auf dem linken Bein drehen und bewegen, deshalb sei dieses meist das feststehende Bein und das andere das mehr tätige, aktive bewegliche. Diese Bevorzugung des rechten Beines zur aktiven Bewegung habe dann die Bevorzugung des rechten Armes zur natürlichen Folge.

Bei denjenigen, deren Schwerpunkt unterhalb der Querachse des Körpers gelegen sei, die sich also im stabilen Gleichgewicht befinden, seien die Verhältnisse gerade umgekehrt und diese würden infolgedessen Linkshänder.

Endlich würden natürlich diejenigen Personen, deren Schwerpunkt genau in der Querachse gelegen sei, Ambidexter und würden beide Arme gleichmäßig benutzen.

Da nun die Lage des Schwerpunktes mehr oben oder unten im Körper durch gewisse Eigentümlichkeiten des Körperbaues bestimmt wird, kann man nach Buchanan schon an der Gestalt eines Menschen sehen, ob er Linkser oder Rechtser ist.

So sollen starke Arme, grosser Kopf, breite Schultern, wie sie der erwachsene Mann hat, auf den Rechtsertyp deuten, schmale Schultern, schwache Arme, wie sie die Frau hat, mehr auf Ambidextrie oder gar Linkshändigkeit, und in der Tat seien Frauen häufiger Linkser als Männer und immer sei die Rechtshändigkeit bei ihnen weniger stark ausgesprochen. —

Es leuchtet sofort ein, dass diese zweite Theorie Buchanans weit schwächer ist, als seine erste. In seiner ersten Theorie ist etwas richtiges. Sie kann zwar niemals die Linkshändigkeit erklären, aber dass diese mechanischen Verhältnisse auf andere Ursachen verstärkend einwirken, ist nicht von vornherein auszuschliessen.

In seiner zweiten Theorie aber hat Buchanan in seinem Bestreben, eine bessere Erklärung für die böse Linkshändigkeit zu finden, die seine erste Theorie zu Falle gebracht hat, alles andere ausser acht gelassen.

Es geht dies soweit, dass er der in der ersten Theorie so wichtigen rechtsseitigen Lage des Schwerpunktes bisweilen gar keine Bedeutung mehr beimisst. So wird der Fall, in dem der Schwerpunkt gerade in der Querachse des Körpers liegt, wo aber doch der Schwerpunkt immer noch mehr nach rechts zu liegt, ohne Rücksicht darauf, als Grundlage der Ambidextrie betrachtet.

Ferner ist die Behauptung, an dem äusseren Körperbau könne man Linkser erkennen, sehr kühn und man kann häufig Linkser sehen, die gerade das Gegenteil von dem Körperbau zeigen, den Buchanan für das Linksertum verlangt. Auch die Erklärung der geringeren Ausbildung der Rechtshändigkeit bei Frauen ist sehr gesucht! Dann müsste es doch noch weit mehr Linkser unter den Frauen geben, als der Fall ist, und viel einfacher erklärt sich diese Tatsache dadurch, dass die Frauen weniger und nicht so andauernde Arbeit, die grosse Kraftentfaltung erfordert, verrichten und dass sich deshalb bei ihnen die Einseitigkeit nicht so stark wie bei hart arbeitenden Männern ausbildet.

Völlig unhaltbar ist endlich die Behauptung, zu der Buchanan durch seine Theorie getrieben wird, dass die Rechtshändigkeit eine Folge der Rechtsbeinigkeit sei. Oben haben wir gesehen, dass es durchaus nicht sicher, sondern eher das

Gegenteil wahrscheinlich ist, dass das rechte Bein des Menschen das stärkere und bevorzugtere ist, wie sollte aber nun gar dieses die Bevorzugung der gleichnamigen Hand nach sich ziehen.

Überhaupt kann eine grössere Aktivität und Stärke eines Beines bei uns „Zweihändern“ immer nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen, die Fusskünstler sind bei uns ja Ausnahmen.

Der wichtigste Grund, der gegen die Bedeutung spricht, die nach Buchanan die Höhe oder Tiefe der Lage des Schwerpunktes im Körper hat, ist nach unserer Ansicht aber der, dass er im Leben, und ganz besonders in der Zeit des Wachstums, ausserordentlich oft und sehr erheblich verlegt wird.

Am meisten muss offenbar die Länge der Beine bedeutsam sein für die höhere oder tiefere Lage des Schwerpunktes des Körpers. Bei langen Beinen muss der Schwerpunkt nach oben rücken, denn Beine wiegen nicht so viel als ein gleich langes Stück des Rumpfes.

Nun ist es aber eine bekannte Tatsache, dass Kinder in einer gewissen Periode des Wachstums im Verhältnis zu der Gesamtlänge des Körpers übermäßig lange Beine haben, man sieht sehr viele Knaben, deren Beine bedeutend länger sind als die Hälfte der Länge des ganzen Körpers.

Nach Buchanan müsste also in dieser Periode die Rechtshändigkeit am stärksten entwickelt sein, denn der Schwerpunkt liegt hier aussergewöhnlich hoch und mit der besonders starken Entwickelung der Rechtshändigkeit müsste Hand in Hand ein stärkeres Wachstum des rechten Armes gehen, denn die immer neue Körperbestandteile schaffende Periode des Wachstums ist am meisten geeignet, der grösseren Benutzung eines Körperteiles schnell auch ein grösseres Wachstum folgen zu lassen.

Dem ist aber nicht so, die Grössenunterschiede der beiden Arme erreichen erst im erwachsenen Mannesalter ihren höchsten Grad und sind gerade in frühem Alter noch sehr gering entwickelt.

Ausserdem bekommen aber auch die Linkser, deren Schwerpunkt unterhalb der Querachse des Körpers liegen soll, in dieser Wachstumsperiode sehr lange Beine. Wie nahe läge da die Möglichkeit, dass der Schwerpunkt solcher Linkser, der doch dem

seltenen Vorkommen der Linkser entsprechend, nicht allzuweit unterhalb der Querachse liegen würde, durch das starke Wachstum der Beine in dieser Periode über die Mittellinie hinauf gerückt, und dadurch die Linkshänder für die Dauer dieses Wachstumszustandes zu Rechtshändern gemacht würden.

Ein solcher Fall ist aber niemals beobachtet worden, sondern wer einmal nach dem ersten Lebensjahr Linkser ist, der bleibt es auch dauernd, wenn er nicht durch Erziehung und Schule äusserlich zu einem Rechtser umgewandelt wird.

Wir müssen uns auch von dieser Theorie unbefriedigt anwenden, nicht aber ohne vorher festzustellen, dass die erste Theorie Buchanans vieles Richtige enthält und sicher die wertvollste der bisher erörterten Theorien ist, obwohl sie durchaus nicht genügt, die Ursachen der Rechtshändigkeit aufzuklären.

Ein Wort Buchanans sei noch erwähnt, dass nämlich die Rechtshändigkeit, wenn sie eine willkürliche Einrichtung der Menschen, etwa nach gegenseitigem Übereinkommen, wäre, wie alle derartigen menschlichen Einrichtungen, oft im Laufe der Zeiten geändert worden und nicht zu allen Zeiten und bei allen Völkern dieselbe geblieben wäre.

Nein, zweifellos ist es eine tiefere, im menschlichen Körper selbst begründete Ursache, die die Menschen zur Rechtshändigkeit geführt hat, nur nicht die, die Buchanan dafür hält.

---

d) Zufälligkeiten als Ursachen.

Mit kurzen Worten sind deshalb auch die Ansichten abzutun, die die Bevorzugung einer Körperseite durch Zufälligkeiten erklären, als Gründe für das überaus starke Vorherrschen der Rechtshändigkeit nur das Beispiel der Mehrheit und die Erziehung betrachten und die Linkshändigkeit von ganz geringfügigen Ursachen ableiten.

Sogar durch die Art, wie die Ammen die Kinder tragen, hat man die Rechtshändigkeit erklären wollen. Dabei widerspricht aber einer dem andern, einer behauptet, dass die Ammen das Kind meist mit dem stärkeren, rechten Arme trügen, der

andere, dass sie sich diesen Arm gerade zu anderen Arbeiten frei hielten und das Kind mit dem linken trügen; der eine sagt, derjenige Arm des Kindes, der der Amme zugewendet sei, würde vom Kinde am meisten bewegt, indem er mit der Amme spiele, der andere behauptet das Gegenteil.

Zweifellos werden nun Kinder meist auf dem linken Arm getragen, und ebenso sicher würde das Kind, wenn es einen Arm mehr bewegen sollte, dann den frei nach aussen liegenden Arm mehr bewegen, denn die Bewegungen des anderen sind durch die Berührung mit dem Körper der Amme gehindert. Dann müssten aber nach dieser Theorie die meisten Kinder Linkser werden, denn der linke Arm ist der nach aussen liegende.

Ferner berichtet Rotschild*) von einem Falle von Linkshändigkeit eines Kindes, dessen Verwandte alle Rechtshänder waren und das er dadurch ebenfalls zu einem Rechtser umwandelte, dass er ihm im hypnotischen Schlafe den Befehl gab, von jetzt an alles wie bisher mit der linken Hand zu tun. Aus Opposition gegen diesen Befehl habe das Kind dann gerade alles mit der rechten Hand getan und sei „geheilt" gewesen. Er meint nun, dass Linkshändigkeit wohl immer nur eine Folge der Opposition mancher Kinder gegen das Beispiel und die Ermahnungen der Eltern sei, wie offenbar in diesem Falle.

Diese Ausführungen können nicht aufrecht erhalten werden, jedenfalls ist eine solche willkürliche Opposition gegen hypnotische Befehle etwas höchst Neues und Sonderbares.

Die Unhaltbarkeit einer derartigen Anschauung ergibt sich schon daraus, dass die Linkshändigkeit unzweifelhaft erblich ist. Es gibt ganze Linkserfamilien, in denen fast alle Generationen Linkser sind, und nach der oben angeführten Statistik von Ogle hatte die grössere Hälfte aller Linkser auch linkshändige Verwandte.

Wenn die Linkshändigkeit aber eine Folge von Oppositionsgeist gegen das Beispiel der Eltern wäre, würde sie doch nur als einzelner Fall in sonst rechtshändigen Familien auftreten und nicht in vielen Generationen in derselben Familie vorkommen.

Auf eine Möglichkeit der Entstehung der Rechtshändigkeit

*) Rotschild, Zur Frage der Ursachen der Linkshändigkeit. Jahrb. für Psychiatrie 1897, p. 332.

soll noch hingewiesen werden, die manches für sich haben würde, wenn die physiologischen Grundlagen, auf denen sie beruht, mehr geklärt und fester begründet wären.

Es ist zwar wahrscheinlich, aber neuerdings wieder öfters bezweifelt worden, dass das Gehirn im Schlafe blutleerer ist als im Wachen, und dass dieses geradezu eine Bedingung des Schlafes darstellt.

Dass im Gegensatz dazu bei lebhafter Gedankenarbeit das ganze Gehirn blutreicher ist, ist ja sehr wohl verständlich und scheint auch aus einem Experiment hervorzugehen, das kürzlich von Professor W. G. Anderson an der Yale-Universität vorgenommen wurde.

Dabei wurde ein Mensch derweise auf ein Brett gelegt, das über einer Stütze in der Mitte balanzierte, dass das Brett gerade schwebte, also der Gleichgewichtspunkt zwischen der oberen und der unteren Körperhälfte genau über dem Stützpunkt des Brettes lag.

Setzte nun die betreffende Person ihr Gehirn in besonders lebhafte Tätigkeit, wie durch das Lösen schwieriger Rechenaufgaben, so senkte sich trotz völliger Ruhelage des Körpers, das Brett an der Seite, wo der Kopf lag, es war also nach Professor Andersen eine grössere Menge Blut als vorher dem Gehirn zugeflossen und hatte den Gleichgewichtspunkt zwischen der oberen und unteren Körperhälfte nach oben verschoben.

Für die gegenwärtige Frage kommt es aber besonders darauf an, ob das Gehirn im Schlafe blutleerer ist, und das ist durch dieses Experiment zwar wahrscheinlicher geworden, aber noch nicht bewiesen.

Wenn man nun auf der Seite liegend schläft, so wird diejenige Hälfte des Gehirns, die oben liegt, etwas blutleerer sein als die unten liegende. Wenn daher eine Gehirnhälfte im Wachen mehr benutzt wird als die andere, so wird man besser und leichter einschlafen, wenn diese besonders tätige Hemisphäre oben liegt und deshalb blutleerer ist, als wenn sie unten liegt.

Umgekehrt aber wäre es denkbar, dass, wenn man bei völlig gleichmäßig tätigen Hirnhälften immer auf derselben Seite schliefe, es sich allmählich als eine Nützlichkeit heraus-

stellte, dass die Tätigkeit des Gehirns im Wachen sich mehr in der Hälfte konzentrierte, die beim Schlafe mehr oben liegt, weil dann der Schlaf tiefer und gesunder sein würde.

Die stärkere Benutzung und Ausbildung der einen Hirnhemisphäre würde dann, wie wir oben gesehen haben, leicht zu einer Bevorzugung der gegenüberliegenden, von ihr regierten Körperseite führen.

Nun schlafen die meisten Menschen auf der rechten Seite, wie auch Lueddeckens*) behauptet, und als Grund dafür nimmt man an, dass in dieser Lage das Herz am freiesten liege und die Verdauung erleichtert werde, da der Speisebrei den Magen auf der rechten Seite verlässt, um in den Darm zu gelangen.

Diese Bevorzugung der rechten Seitenlage würde also zu einer Konzentrierung der Hirntätigkeit auf der linken Hirnhälfte und dann weiter zur Rechtshändigkeit führen.

Allerdings könnte die Bevorzugung der rechten Seitenlage beim Schlafen auch die Folge der vorhandenen höheren Ausbildung der linken Hemisphäre sein, wie Lueddeckens behauptet, und nicht, wie wir eben ausführten, die Ursache; jedenfalls sind die physiologischen Grundlagen dieser Theorie noch sehr unsicher, und wir wollen sie deshalb völlig beiseite lassen, umsomehr als ja auch die Linkshändigkeit keine ungezwungene Erklärung durch sie finden könnte.

---

e) Die Rechtshändigkeit als indirekte Folge der Lage der Organe im Körper.

Nachdem nun alle anderen Theorien ausgeschlossen worden sind, bleibt noch eine letzte übrig, die zwar schon längere Zeit besteht, aber wegen ihrer Schlichtheit und wegen des weiten Zurückliegens der damit verbundenen Vorstellungskreise viel weniger Beachtung gefunden hat als sie verdient.

---

*) Lueddeckens, siehe oben, p. 57.

Soweit es ersichtlich ist, deutet zuerst Pye-Smith*) in einigen kurzen Worten diese Theorie an. Weiter ausgeführt und begründet stellt sich der leitende Gedanke dabei folgendermaßen dar.

Hunger und Liebe sind bekanntlich diejenigen Triebe, die mehr als alle anderen, ja fast allein die lebenden Wesen in Bewegung setzen und zu Handlungen veranlassen.

Wie Darwin ausführt, reicht aber zu ihrer Stillung das Vorhandene nicht immer gleichzeitig für alle aus, und so kommt es, dass zu allen Zeiten im ganzen Tierreiche, auch innerhalb derselben Art, ein dauernder Kampf zur Befriedigung dieser mächtigen Triebe besteht, der auch bei den Kulturmenschen unter der friedlicheren, aber nicht viel weniger grausamen Form der Konkurrenz fortdauert. Wir müssen also den Kampf für die ursprünglichste und natürlichste Art aller Tätigkeit der Tiere ansehen.

Versetzen wir uns nun in die früheste Urzeit der Menschen. Das grosse Ereignis hatte sich vollzogen, dass die affenähnlichen Vorläufer des Menschen sich allmählich daran gewöhnt hatten, nicht mehr, wie die heutigen Menschenaffen, nur zeitweise, sondern dauernd auf zwei Beinen aufgerichtet zu gehen.

Schon der Gorilla gebraucht im Kampfe ausser seinem Gebiss seine Arme, er richtet sich zu dem Zwecke auf, wenn er es nicht schon ist, und umklammert den Gegner mit den mächtigen Armen, bisweilen soll er sich sogar abgerissener Äste als Waffe bedienen.

Die Arme des dauernd aufgerichteten Geschöpfes sind nun völlig frei zur Bewegung, und es ist sehr natürlich, dass mehr und mehr allerhand Gegenstände mit den Händen ergriffen und als Waffen benutzt werden. Kampf ist ja, wie wir immer vor Augen haben müssen, die natürlichste und erste aller Tätigkeiten.

Bald stellte es sich nun heraus, dass bei manchen Arten des Kampfes mit Hilfe von waffenähnlichen Gegenständen nur ein Arm benutzt werden kann.

So weist Royer*) darauf hin, dass eines der ursprüng-

*) Pye-Smith, On Left-handedness. Guy's Hosp. Rep. 1871, p. 141.

**) Royer, Comment l'homme est-il devenu droitier? Bull. Soc. de l'Anthrop. Paris 1883, p. 657.

lichsten Kampfmittel ohne Zweifel das Werfen mit Steinen war. Da es nun nicht überall passende Steine gab, war man gezwungen, sie mit sich auf dem einen Arm zu tragen und hatte so nur noch den andern zum Werfen frei.

Ferner wissen wir auch durch Funde aus der Steinzeit, dass die ersten Waffen für den Nahkampf handlich geformte Steine waren, mit denen man aufeinander schlug. Bei dem Schlagen mit schweren Gegenständen, wie Steinen und später Steinäxten etc., ist es nun untunlich, beide Hände gleichzeitig zu benutzen, besonders kann man auch mit einem Arm allein viel weiter nach vorwärts reichen, da der ganze Oberkörper der Bewegung eines Armes folgen und sie vergrössern kann.

Ferner kam man oft beim Kampfe in Lagen, in denen man sich mit einem Arm irgendwo anklammern oder stützen musste, sodass ebenfalls nur ein Arm zum Kämpfen selbst frei war; kurz, bei vielen Gelegenheiten konnte man überhaupt nur einen Arm im Kampfe aktiv benutzen.

Allmählich brachte es nun die Gewöhnung und die Nützlichkeit mit sich, dass in solchen Fällen jeder einzelne dieser Urmenschen immer wieder denselben Arm benutzte.

Der Steinwerfer trug bald seine Steine nicht mehr auf dem blossen Arm, sondern in einem Gefäss oder Korb, der der Hüfte anlag, deshalb in anschmiegender Form für dieselbe ausgewählt oder gefertigt wurde und nicht ebenso gut für die andere Seite passte. Das veranlasste den Träger immer wieder die Steine auf derselben Seite zu tragen und dadurch die Gewöhnung und Ausbildung des Arms der andern Seite zum Werfen immer zu vergrössern.

Noch deutlicher ausgeprägt war dies im Nahkampf, bei dem die Schlagsteine, die gut für die eine Hand passten, natürlich sich lange nicht so fest mit der andern Hand halten liessen.

Auch die Griffe der vervollkommneteren Waffen der späteren Zeit konnten nur für eine Hand vollkommen bequem gearbeitet werden, und alles dies führte dazu, dass der Urmensch an der einmal zufällig bevorzugten Hand festhielt und sie immer wieder bevorzugte.

Da nun zuerst die Vorteile beider Seiten gleich waren, so müssen wir annehmen, dass etwa die Hälfte der Urmenschen

den linken, die andere den rechten Arm bei solchen Gelegenheiten bevorzugte.

Damals aber schon war der wichtigste Unterschied beider Körperseiten der, dass auf der linken Seite das Herz, das zum Leben notwendigste Organ, lag. Beim Wurf oder beim Nahkampf war nun die Brustseite des erhobenen, kämpfenden Armes dem Gegner zugewandt und Verletzungen mehr ausgesetzt als die andere, die bei den Steinwerfern durch die Reservesteine, die der andere Arm trug, geschützt war und im Nahkampf durch den herab- oder davorgehaltenen nicht kämpfenden Arm, später durch den dort getragenen Schild.

Es hatten daher diejenigen, die zufällig den rechten Arm zum bevorzugten Kampfarm gewählt hatten, einen Vorteil vor den andern, den „Linksern", voraus, indem sie weniger als diese den stets tötlichen Herzwunden ausgesetzt waren. Infolgedessen gingen mehr Linkser zugrunde als Rechtser, oft bevor sie Nachkommenschaft erzeugt hatten, die Rechtser konnten deshalb ihre Gewohnheit, rechts zu fechten und ihre dafür passend gearbeiteten Waffen häufiger auf Nachkommen vererben, nahmen an Zahl immer mehr zu, und die schon in der Minderheit befindlichen „Linkser" folgten schliesslich dem Beispiele der Mehrheit und der Nützlichkeit, und suchten ihre nachteilige Gewohnheit abzulegen, bis die Rechtshändigkeit fast ganz allgemein geworden war.

Diese Theorie steht mit allem, was wir früher festgestellt haben, im Einklang, und das Wenige, das dabei noch unklar erscheint, wird bei näherer Betrachtung deutlich.

Wir stellten früher fest, dass es bei Tieren nichts gibt, das der Rechtshändigkeit des Menschen entspricht, ferner, dass das Kind in der ersten Zeit seines Lebens noch gar keine Neigung hat, eine bestimmte Hand zu bevorzugen und dass es höchstwahrscheinlich in einer sehr weit zurückliegenden Epoche der Menschheit, der Steinzeit, viel mehr Linkshändigkeit gegeben hat als jetzt, und wir wiesen auf die Zusammengehörigkeit der beiden letzten Feststellungen hin, die einander entsprechen und sich gegenseitig stützen.

Aus alledem wird es sehr wahrscheinlich, dass die Geschöpfe der Übergangsperiode vom Tier zum Menschen, in

den frühesten Zeiten auch die Urmenschen, noch beide Arme völlig gleichmäßig benutzt haben und keine Neigung gehabt haben, alle einen bestimmten Arm im Gebrauche vorzuziehen.

Dass dann aber bei der hervorragenden Bedeutung des gegenseitigen Kampfes in der damaligen Epoche die Benutzung von primitiven Waffen zuerst zu der Bevorzugung eines Armes führte, ist wohl einleuchtend, ebenso, dass die Kämpfer, deren Herzseite geschützt war, den anderen überlegen waren. Man darf nicht dagegen einwenden, dass hierbei nur Wunden der linken und rechten Brust verglichen werden können, und dass die letzteren meist ebenso gefährlich sind, besonders ohne sachgemäße Hilfe.

Es ist falsch, die Urmenschen in dieser Beziehung mit den heutigen Kulturmenschen zu vergleichen, man muss zum Vergleich die wildesten und am tiefsten stehenden lebenden Völker herbeiziehen, und von diesen wissen wir, wie von den Australiern und selbst den Zigeunern, dass Wunden viel leichter bei ihnen heilen, und sie die gefährlichsten Verwundungen ungemein schnell überwinden; eine Erscheinung, die sich ja im Tierreich bei jeder niederen Klasse in höherem Maße zeigt, bis sich schliesslich grosse Teile des Körpers nach Verlust völlig neu bilden können.

Deshalb müssen wir auch annehmen, dass bei jenen Urmenschen selbst schwere Lungenverletzungen der rechten Seite nicht immer tötlich waren, während dies eine Herzverletzung fast immer der Fall sein muss.

Die Zahl der im Kampfe Linkshändigen, die Anfangs der der andern gleich gewesen war, nahm daher allmählich mehr und mehr ab. Inzwischen war aber mit fortschreitender Entwickelung der Gebrauch von Gegenständen nicht nur zum Kampf, sondern auch zu anderen Zwecken allgemein geworden.

Am ähnlichsten dem Kampfe ist das Schlachten von Tieren. Es ist nun selbstverständlich, dass der Urmensch das Tier mit der einen Hand festhielt und mit derselben Hand schlachtete, die er im Kampf zu ähnlichen Zwecken benutzte. So wurde allmählich die eine Hand auch zu häuslichen Verrichtungen mehr verwandt als die andere, infolgedessen die Griffe und Formen der Geräte für die betreffende Hand

passend gearbeitet und dadurch die Möglichkeit der Benutzung der andern Hand noch mehr verringert.

Besonders maßgebend dafür war auch, wie früher schon in anderem Zusammenhange erwähnt wurde, die Zeitersparnis, indem bei der immer weiter fortschreitenden Kulturentwickelung die Verrichtungen, die von der Hand gefordert wurden, immer schwieriger wurden und oft längere Übung derselben verlangten, sodass man die Hälfte der Zeit und Mühe sparte, wenn man nur eine Hand dazu einübte, und dazu wählte man natürlich die nun schon geschickter gewordene Kampfhand, die links Kämpfenden die linke und die anderen die rechte.

Betrachten wir nun das Nebeneinanderbestehen dieser Linkser und Rechtser, so ist es zunächst klar, dass in der einzigen Gruppe, die es schon in den allerersten Zeiten gab, der Familie, nicht beide Gewohnheiten gleichzeitig in ein und derselben vorhanden sein konnten.

Die Söhne benutzten die Waffen des Vaters, erbten sie später und mussten sich an dieselben Handgriffe und Formen gewöhnen, wie sie der Vater benutzt hatte, dessen Tun sie gleichzeitig als Beispiel vor Augen hatten.

Die Töchter führten in den frühesten Zeiten ebenfalls die Waffen, wenn auch seltener, alle aber benutzten dieselben Hausgeräte, die oft nur für eine Hand bequem gefertigt waren.

So pflanzte sich in den einzelnen Familien von den ersten Zeiten an, in denen es für die einzelnen Mitglieder der Familie noch möglich war, einer beliebigen Hand den Vorzug zu geben, bei allen die Vorliebe für eine bestimmte Hand fort, und das ist wichtig, weil es sich daraus erklärt, dass heute noch die Linkshändigkeit, wie wir früher gesehen haben, in ganzen Familien fest eingewurzelt ist, und sich von Generation auf Generation weiter vererbt.

In späteren Zeiten, als sich die Menschen zu Stämmen und schliesslich Völkern zusammenschlossen, minderten sich zwar die Kämpfe der einzelnen Familien untereinander, dafür wurde aber das erzieherische Beispiel der Mehrheit und die Notwendigkeit der gleichmäßigen Gewöhnung verstärkt.

Wie schwierig war z. B. das Marschieren einer grösseren Menge, wenn die Waffen bald an einer, bald an der anderen

Seite getragen wurden, und wie unbequem der Umstand, dass nicht jeder die Waffen des andern, etwa eines Gefallenen, führen konnte, ferner wie gross die Umständlichkeiten, bei grösseren Zusammenkünften immer zweierlei Formen von Geräten für die Linkser und Rechtser bereit zu halten. Viele Arbeiten können überhaupt nicht gemeinsam von einer Anzahl von Personen ausgeführt werden, die teils den linken, teils den rechten Arm dazu gebrauchen, man denke nur zum Beispiel an das Mähen von Getreide mit Sensen.

Die Linkser wurden also immer mehr verdrängt und versuchten es zu ihrem eigenen Vorteile, Rechtser zu werden, und so wurde die Zahl der Linkser immer kleiner! Wie dieser Prozess auch in der Gegenwart noch fortgeht, sehen wir daraus, dass, wie wir früher bemerkten, durch die Messungen der Knochen am Skelett und am lebenden Körper festgestellt ist, dass mehr als zwei Drittel derjenigen, die eigentlich durch die Vererbung dazu bestimmt sind, den linken Arm zu bevorzugen, sich durch das Beispiel und die Erziehung dazu bestimmen lassen, den rechten eigentlich ungeschickteren und schwächeren Arm, mehr auszubilden als den linken, und wir haben gesehen, dass selbst die Ausbildung der Muskeln an den mehr benutzten Gliedern eine stärkere werden kann, während die starren Knochen durch die stärkere Funktion nicht verändert werden und dann noch allein auf die ursprüngliche Anlage bei der betreffenden Person hindeuten.

Es wird nun leicht die Frage auftauchen, wie es denn möglich ist, dass bei diesen vielen Umständen, die zur allgemeinen Rechtshändigkeit hindrängen, überhaupt noch Linkshänder geben kann. In den vielen Jahrtausenden hätten sie doch längst ganz „aussterben“ müssen, wie so viele andere Geschöpfe mit unvorteilhaften Eigenschaften.

Dabei ist aber zu bedenken, dass der Vorteil der Rechtser im Kampf zwar unleugbar ein Vorteil war, aber doch nur ein sehr geringer, da doch Herzwunden nicht allzu häufig vorkommen.

Der Vorteil kann sich also erst im Verlauf einer sehr langen Periode deutlich gezeigt haben und dann nur sehr

langsam, wenn auch unaufhörlich, die Zahl derer vermindert haben, die zufällig den linken Arm bevorzugten.

Während dieser ganzen Zeit aber wurzelte in den einzelnen Familien, die sich dafür entschieden hatten, die Linkshändigkeit immer fester ein, nach einer Reihe von Jahrtausenden gab es bei den Abkömmlingen dieser Familien nach den ersten Lebensjahren, wenn sie begannen, einen Arm mehr als den andern zu benutzen, gar kein Schwanken mehr, welcher Arm dafür gewählt werden sollte, ein unwiderstehlicher blinder Drang veranlasste sie, den linken Arm dazu zu nehmen, ohne dass das Beispiel der Erwachsenen sie schon dazu hätte veranlassen können: die Neigung zur Linkshändigkeit war ihrem Gehirne von den Eltern vererbt worden!

Als dann in viel späterer Zeit die Menschen sich zu Stämmen und Völkern enger zusammenschlossen, da war dieses Erbteil bereits ein so festes in den einzelnen Linkserfamilien geworden, dass die jetzt notwendigerweise beginnende Erziehung zur Rechtshändigkeit nur sehr langsam Erfolg haben konnte.

Die Linkshändigkeit war eben immer eine unvorteilhafte und lästige Eigenschaft, aber nicht gerade eine das Leben unmöglich machende. So kommt es, dass dieser überaus langsame Prozess des Rückgangs der Linkshändigkeit heute noch nicht völlig beendet ist.

Es gibt, wie schon erwähnt, viele Familien, in denen alle, oder fast alle Mitglieder, Linkshänder sind, bei denen eben die Linkshändigkeit besonders tief eingewurzelt war, oder die dem erzieherischen Einfluss der rechtshändigen Mehrheit im Laufe der Jahrtausende weniger als andere ausgesetzt gewesen waren.

Die bei rechtshändigen Familien einzeln auftretenden Fälle von Linkshändigkeit sind Rückschläge in eine frühere Epoche der Familie, wie sie dem Arzte an allerhand anderen Körpererscheinungen wohlbekannt sind.

Auch andere Punkte, die uns früher bezüglich des Vorkommens der Linkshändigkeit auffielen, erscheinen jetzt in einem neuen Lichte. Wir sahen, dass eine Anzahl von Autoren festgestellt haben, dass der Prozentsatz der Linkshändigkeit

bei Frauen und Verbrechern beträchtlich höher ist als bei den anderen Menschen.

Bei den Frauen ist der Grund einfach der, dass sie allen den Einflüssen, die die Anfangs in gleicher Anzahl vorhandenen Linkshänder immer mehr zu Rechtshändern machen, nicht in demselben Maße ausgesetzt sind wie die Männer.

Unter den Frauen gibt es nicht nur mehr Linkshänder, sondern, wenn sie rechtshändig sind, soll dies meist bei ihnen nicht so stark ausgeprägt sein, wie bei Männern.

Alles dies ist dadurch verständlich, dass das starke Hervortreten der Bevorzugung einer Seite immer eine Folge grosser körperlicher Arbeit ist und deshalb auch im kräftigen Mannesalter am meisten entwickelt ist. Die Frau ist aber im allgemeinen, schon wegen ihrer geringeren Körperkraft, zu allen Zeiten weniger mit schweren körperlichen Arbeiten beschäftigt gewesen als der Mann, und deshalb ist bei ihr die Bevorzugung einer Seite nie so stark wie beim Mann.

Aus demselben Grunde aber, weil sie mehr in ihrer Häuslichkeit zurückgezogen lebte und weniger an der gemeinsamen Tätigkeit mit anderen Stammesmitgliedern sich beteiligte, wurde sie auch nicht so sehr, wie der Mann, durch diese gemeinsamen Arbeiten von der Mehrheit zur Rechtshändigkeit erzogen.

Dass sie trotzdem, wenn auch nicht in demselben Maße wie der Mann, rechtshändig wurde, war eine Folge der Nachahmung des Beispiels des Mannes und der Nützlichkeit, da viele Teile des Hausgeräts für die Rechtshändigkeit bequem gefertigt wurden.

Aber dies konnte doch nicht dem Zwange der gemeinsamen Arbeit zur Rechtshändigkeit gleichkommen, und daher gibt es heute noch mehr Linkshänder unter den Frauen als unter den Männern.

Dass es mehr Linkshänder unter Verbrechern gibt, hat offenbar eine ganz andere Ursache.

Wir sahen oben aus dem Ergebnisse der Knochenmessungen, dass eigentlich von der Natur ca. 12 % der Menschen bestimmt sind, Linkser zu werden, dass aber die Erziehung und das

Beispiel der Mehrheit mehr als 8% davon im Leben zu Rechtsern werden lässt.

Nun stammen Verbrecher in den meisten Fällen von Eltern ab, die schon im Konflikt mit den Gesetzen leben und ihre Kinder oft dem Schulzwang entziehen; oder sie entlaufen frühzeitig ihren Eltern und der Schule, geniessen jedenfalls in den wenigsten Fällen eine so geregelte Erziehung wie die andern.

Da die Erziehung nun bei ihnen nicht so wie bei anderen wirken kann, so bleiben viele von ihnen, die sonst vielleicht Rechtser geworden wären, ihrer Natur zufolge Linkser. Auch das Beispiel der Mehrheit hat bei ihnen nicht die Wirkung wie bei andern, denn in der Natur des Verbrechers liegt es begründet, gegen die Mehrheit zu kämpfen, und sich nicht von ihr beeinflussen zu lassen.

Dass sich so auch alle Erscheinungen der Linkshändigkeit leicht und ungezwungen erklären lassen, über die die andern Theorien alle nicht hinwegkommen, ausser der besonders dafür konstruierten zweiten Theorie Buchanans, erhöht die Wahrscheinlichkeit dieser Theorie sehr.

Sicherlich kann die Rechtshändigkeit nicht durch Übereinkommen der Menschen oder zufällig entstanden sein, dann wäre sie nicht so allgemein bei allen Völkern vorhanden, sondern sie wäre, wie Buchanan sagt, gleich allen andern menschlichen Einrichtungen oft verändert worden. Die Ursache muss im Körper des Menschen selbst liegen.

Wie wir im Einzelnen ausgeführt haben, ist diese körperliche Ursache aber nicht eine direkte, dadurch, dass die Bewegung des rechten Armes unmittelbar durch die Verhältnisse des Körpers begünstigt wird, sondern sie ist eine indirekte durch die Linkslage des Herzens beim aufgerichteten Menschen.

Die Herzlage beeinflusst unmittelbar den rechten Arm durchaus nicht, ursprünglich war die Fähigkeit beider Arme eine völlig gleiche, ebenso, wie die der Vorderbeine des vierfüssigen Tieres. Aber indem dieses Tier den aufrechten Gang annahm, exponierte es dem Gegner sein Herz, das bis dahin beim vierfüssigen Gange durch das Schulterblatt geschützt gewesen war, die Freiheit der Arme führte zur Benützung von Waffen, diese zur Bevorzugung eines Armes und zur Benach-

teiligung derer, die das wichtigste Organ des Körpers mehr als andere den Verletzungen aussetzten. So selten dieser Vorzug auch zur Bedeutung kam, so wirkte er doch dauernd und schaffte eine Mehrheit, die, als später die gemeinsame Tätigkeit gleichmäßige Gewöhnung erforderte, allmählich die Minderheit zu ihrer Gewohnheit herüberzog, ohne dies jedoch bis zur Gegenwart völlig erreicht zu haben, da die Linkshändigkeit in der vorhergehenden, vermutlich viel längeren Epoche, zu feste Wurzeln geschlagen hatte, und sie das Leben zwar beschwerlicher, aber keineswegs völlig unmöglich machte. —

Bei alledem aber stellt es sich doch heraus, dass durch diese Theorie zwar vieles über die Entstehung der Rechtshändigkeit klarer wird, aber die völlige Lösung der Frage nach der Ursache dieser Erscheinung damit noch nicht gegeben, sondern sie nur ein Stück weiter zurückverlegt worden ist.

Es handelt sich jetzt darum, zu untersuchen, warum das Herz des Menschen auf der linken Seite gelegen ist, und so zur indirekten Ursache der Rechtshändigkeit wird.

Zunächst stossen wir da auf die Hypothese eines gewiss sehr beachtenswerten Forschers, nämlich Broca's*). Broca geht davon aus, dass das Herz der vierfüssigen Tiere, im Gegensatz zu dem des Menschen, nicht seitlich, sondern in der Mitte der Brust gelegen sei.

Ferner sei das Pericardium, die sackartige Umhüllung des Herzens, die bei der gewöhnlichen Stellung der vierfüssigen Tiere infolge der Schwere dem Brustbein anliegen muss, bei diesen mit dem Brustbein fest verwachsen.

Bei den niederen Affen sei diese Verwachsung aber schon eine weniger feste, entsprechend dem selteneren Lauf dieser Tiere auf vier Füssen, und bei dem Gorilla, Chimpansen und endlich auch dem Menschen sei sie völlig verschwunden, dafür aber eine Verwachsung des Herzbeutels mit dem Zwerchfell zustande gekommen, das die Brustorgane von denen des Bauches scheidet und auf dem bei aufrechter Stellung des Körpers das Herz, seiner Schwere folgend, ruhen muss.

*) Broca. L'ordre des Primates, Paris 1870, p. 132 ff.

Das Zwerchfell stellt nun nicht etwa eine zwischen Brust und Bauch horizontal liegende Fläche dar, sondern es ist halbkugelig gewölbt, und zwar derart, dass die Wölbung nach oben, nach der Brust zu, konvex ist.

Broca ist nun der Ansicht, dass in derjenigen Entwicklungsperiode, in der infolge des Überwiegens der aufrechten Körperhaltung die Verwachsungen zwischen Herzbeutel und Brustbein sich lösten und das Herz auf das Zwerchfell herabsank, die Herzspitze auf der Mitte des halbkugelig geformten Zwerchfells keinen Halt finden konnte und notwendigerweise nach der Seite herabgleiten musste.

Der Raum nach vorn und hinten kam wegen der geringeren Ausdehnung der Brust in diesem Durchmesser und der Unnachgiebigkeit der dort vorliegenden Knochenteile nicht in Betracht, und so blieb nur noch die rechte oder linke Seite für die Verlagerung frei.

Nun sei auch bei Vierfüsslern schon die rechte Lunge grösser als die linke. Ein Lappen der rechten Lunge, der „lobus azygos", sei bei ihnen sogar bis in den Raum zwischen Herz und Zwerchfell vorgeschoben. Wenn nun das Herz sich bei aufrechter Stellung nach dem Zwerchfell herabsenke, verhindere dieser zwischenliegende Lungenlappen das Herz, nach rechts zu von der Wölbung des Zwerchfells herabzugleiten, zumal ja auch die ganze rechte Seite des Brustkorbes durch die grössere rechte Lunge mehr ausgefüllt sei als die linke.

Durch den Druck des Herzens verschwinde zwar dieser lobus azygos allmählich, und er sei beim Affen nur noch in sehr geringer Grösse, beim Menschen aber gar nicht mehr zu finden, sein ehemaliges Vorhandensein habe aber doch genügt, die Ablenkung der Senkungsrichtung nach der linken Seite zu bewirken.

Zu dieser Theorie Broca's ist zu bemerken, dass das Herz der vierfüssigen Tiere keineswegs völlig in der Mitte der Brust gelegen ist. Es hängt zwar mit dem Gange der Vierfüssler zusammen, dass die Brust dieser Tiere von den Seiten zusammengedrängt und weit schmäler ist als die der aufgerichteten Geschöpfe, und dass aus diesem Grunde eine Seitenlage weniger auffallend ist, dass ferner auch die Schwerkraft

darauf hinwirkt, das Herz mehr nach der Mitte des Brustbeines hin zu ziehen, aber trotzdem liegt das Herz der Vierfüssler, wenn auch nur in geringem Maße, nach der linken Seite der Brust zu.

Nicht nur zeigen alle anatomischen Atlanten der Haussäugetiere diese Tatsache, wie der von Ellenbeuger und Baum (Hund), Krause (Kaninchen), Müller etc., sondern auch die lebenden Forscher stimmen darin überein, dass wenigstens die Herzspitze immer mehr oder weniger nach links verschoben ist.*)

Zudem ist die Vorbedingung der Theorie Broca's die, dass die rechte Lunge der vierfüssigen Tiere bereits grösser ist, als die linke. Es wäre also auch hier eine stärkere Entwicklung, wenigstens der innern Organe der rechten Seite des Körpers, schon vorher vorhanden.

Die ganze Theorie, wenn sie richtig ist, würde nur eine Erklärung dafür geben, auf welche Weise die schon bei den Vierfüsslern in geringem Grade vorhandene Linkslage des Herzens bei dem aufgerichteten Menschen so sehr verstärkt und weiter geführt worden ist, wie wir sie heute vorfinden.

Sie versagt jedoch vollkommen, eine endgültige Erklärung dafür zu geben, warum das Herz auf der linken Seite liegt, sie würde nur wiederum die Frage etwas weiter hinausschieben und dieselbe würde jetzt lauten: warum ist die rechte Lunge stärker entwickelt als die linke.

Bei näherem Überlegen wird es aber sehr unwahrscheinlich, dass der grössere oder geringere Umfang einer Lunge überhaupt je die Lage des Herzens hat beeinflussen können, denn die Lungen sind so nachgiebige und wiederum so sehr alle Raumverhältnisse ausnützende und sich einfügende Organe, dass die Anschauung viel näher liegt, dass die rechte Lunge beim Menschen, und auch vielleicht in geringerem Maße schon bei den vierfüssigen Tieren, sich deshalb mehr entwickelt hat, als die linke, weil eben auf der rechten Seite infolge der Linkslage des Herzens mehr Raum für sie vorhanden war.

Dies würde aber wiederum darauf hindeuten, dass die Linkslage des Herzens nicht etwas von vornherein Gegebenes,

*) F. E. Schulze. Brief vom 3. VIII. 1904. Gaule, Rawitz, Brief vom 20. VIII. 1904.

Ursprüngliches ist, sondern sich erst infolge bestimmter Einflüsse im Laufe der Entwicklung herausgebildet hat. Die aufrechte Haltung des Körpers ist aber offenbar für dieses wichtige Ereignis nicht der entscheidende Umstand, sondern nur eine später hinzukommende Verstärkung.

Keinesfalls kann aber der Umstand, dass bei Tieren bereits die Herzspitze nach links gerichtet ist, und vielleicht auch die rechte Lunge grösser als die linke ist, unsere früheren Feststellungen erschüttern, dass es bei Tieren im allgemeinen nichts gibt, das der menschlichen Rechtshändigkeit in ihrem gleichmäßigen Vorkommen entspräche.

Wir sahen durch die endgiltigen Widerlegungen, welche diejenigen Theorien über die Ursache der Rechtshändigkeit fanden, die diese Ursache ausschliesslich in der unsymmetrischen Lage der Organe des menschlichen Rumpfes erblickten, dass dieser Umstand allein noch nicht das Maßgebende dafür ist.

Daraus folgt aber weiter, dass, ebenso wie die Rechtshändigkeit sehr vieler Personen nicht durch einen situs transversus viscerum, die angeboren umgekehrte Lage der Eingeweide im Körper, beeinflusst worden ist, ebenso eine geringe Linkslage des Herzens und damit zusammenhängende stärkere Entwicklung der rechten Lunge bei den vierfüssigen Tieren durchaus nicht als ein Beweis für die Rechtshändigkeit derselben herangezogen werden kann.

Geringe Asymmetrien im Laufe und in den sonstigen Bewegungen der einzelnen Vierfüssler sind selbstverständlich, denn es gibt sehr viele zufällige Ursachen in ihrem Leben dafür, aber eine allen oder fast allen Individuen einer Tierart gemeinsame Asymmetrie konnte, wie wir sahen, von keinem Forscher nachgewiesen werden.

Es ist eben nicht die asymmetrische Lage der Organe selbst, welche die Rechtshändigkeit schafft, sondern es müssen dazu, wie wir sahen, erst ganz besondere Umstände kommen, um diesen Verhältnissen eine solche Bedeutung zu verleihen, die sie an sich durchaus nicht haben.

Bei den weiteren Betrachtungen werden wir also das eigentliche Hauptergebnis der Hypothese Broca's vernachlässigen können, dass es sich nämlich bei ferneren Unter-

suchungen nicht mehr um die Ursachen der Linkslage des Herzens, sondern um diejenige der stärkern Entwicklung der rechten Lunge handeln müsse, und werden nur die verstärkte Zuversicht aus ihr mit fortnehmen, dass die Linkslage des Herzens nicht etwas von Anfang an Gegebenes ist, soweit man von etwas derartigem überhaupt reden kann, und dass deshalb auch die Ursachen dafür auffindbar sein müssen. —

Beim weiteren Durchlaufen der vorhandenen Literatur findet sich eine Theorie von Dareste*), die zwar den Anspruch erhebt, die Ursachen der Rechtshändigkeit im allgemeinen erklären zu wollen, der wir aber nur einen Platz an dieser Stelle anweisen können, als einem Versuche, zur Erklärung der linken Seitenlage des Herzens beim Menschen beizutragen.

Dareste behauptet, „dass die Embryonen aller Vertebraten, die eine Allantois haben, anfangs zwar mit der Vorderseite dem Eidotter anliegen, aber nach kurzer Zeit schon sich auf die linke Seite drehen."

Es soll damit gesagt sein, dass bei einer grossen Gruppe der Wirbeltiere die Keimgebilde, die sich unmittelbar nach der Befruchtung des Eies bilden, und deren Entwicklung man besonders häufig im Ei des Hühnchens von Stunde zu Stunde beobachtet hat, anfangs mit der Gesichtsseite dem ernährenden Dotter des Eies aufliegen, dass sie aber regelmäßig nach einer gewissen Zeit sich seitwärts drehen, so dass sie dann mit der linken Körperseite dem Dotter aufliegen.

Und zwar soll dies beim Hühnchen am dritten oder vierten Tage nach der Befruchtung des Eies geschehen.

Die Ursache davon ist nach Dareste der Umstand, dass sich in diesem Zeitpunkt bei normalen Individuen der Herzschlauch nach rechts umbiegt, diese Biegung aber den Kopf und den ganzen Körper des Embryo in der Weise nach sich zieht, dass es schliesslich in die linke Seitenlage auf dem Dotter kommt.

In sehr seltenen Fällen aber vollziehe sich die Drehung des Herzschlauches nach der andern Seite hin, und dies habe dann immer eine Rechtslage des Embryo's zur Folge und später einen situs viscerum inversus, eine umgekehrte Lage aller Eingeweide

*) Dareste. Hypothèse sur l'origine des droitiers. Bull. de la soc. d'Anthrop. 1885, p. 417.

im Körper, die man auch durch experimentelle Umkehrung der Drehung des Herzschlauches künstlich hervorrufen könne.

Dareste überträgt nun diese Verhältnisse auf den Menschen und will dadurch die Rechtshändigkeit der Menschen erklären. Die linke Seite des Embryo, die dem Dotter des Eies anliege, sei in dieser Lage vom Amnion etwas gedrückt und in ihrer Entwicklung behindert, während die rechte Seite frei in der Amnionflüssigkeit liege und uneingeengt in Wachstum und Bewegung sei.—

Mit der Lage des Herzschlauches und der Lage des Embryo's hat es allerdings auch nach Hertwig*) und Roux**) seine Richtigkeit, während die experimentelle Umkehrung der Drehung des Herzschlauches nicht nachgeprüft worden ist und wir sie vorläufig beiseite lassen wollen.

Dass die Theorie Dareste's als Erklärung der direkten Ursache der Rechtshändigkeit falsch ist, bedarf eigentlich kaum der Erörterung, denn nach ihr müssten alle Linkser eine umgekehrte Lage der Eingeweide besitzen und wir wissen, dass dies keineswegs der Fall ist. Ausserdem müsste die Überlegenheit der rechten Seite über die linke eine ganz bedeutend grössere sein, als sie es tatsächlich ist, wenn sie durch einen schon von den ersten Tagen des embryonalen Lebens an dauernd einwirkenden Umstand veranlasst würde.

Nicht ohne weiteres aber ist die Möglichkeit abzuweisen, dass diese Lage des Embryo's in einer gewissen Beziehung zu der Linkslage des Herzens steht. Dieser Gedanke hat sogar etwas sehr Bestechendes. Da aber über diese Verhältnisse noch nicht genügende Untersuchungen vorliegen, müssen wir vorläufig mit einem „non liquet“ abschliessen.

Auch unsere allgemeinen Betrachtungen über die Ursache der Linkslage des Herzens müssen wir mit demselben Worte beenden.

Kurz hingewiesen sei nur noch darauf, dass Roux nachgewiesen hat, dass bei der Furchung der soeben befruchteten Einzelzelle des Menschen, durch die diese Zelle in immer mehr und mehr Zellen geteilt wird, bereits durch die erste Furchungsebene die Urzelle in zwei Hälften geteilt wird, aus denen dann

*) Hertwig. Brief vom 23. VIII. 1904.

**) Roux. Brief vom 21. VIII. 1904.

später die linke und rechte Seite des Körpers sich entwickelt. Roux*) vermutet nun, dass das rechtsseitige Keimmaterial schon dieser ersten Zellen ein anderes Wachstumsvermögen hat, als das linksseitige, aber das ist keine Beantwortung, sondern nur eine Umschreibung unserer Frage. Eine endgiltige Erklärung gibt es heute noch nicht für die Linkslage des Herzens, deren indirekte Folge die Rechtshändigkeit des Menschen ist.

Vielleicht ist das Verhältnis von links zu rechts viel tiefer in der allgemeinen Natur begründet als wir es ahnen, denn dieses Verhältnis ist nicht nur beim Menschen von Bedeutung. Warum gibt es nach der Chemie z. B. „links- und rechtsdrehende“ Zucker und was ist ihr eigentliches Wesen? Warum drehen sich die Himmelskörper nach einer bestimmten Seite um sich selbst und nicht nach der entgegengesetzten?

*) Brief vom 21. VIII. 1904.

II. Teil.

Die

Folgen der Rechtshändigkeit.

1. Anzeichen für die Beeinflussung des Gehirns durch die Rechtshändigkeit.

Die verschiedenen Arten der Einwirkung der Rechtshändigkeit auf den Körper im allgemeinen mussten teilweise schon früher erwähnt werden, da sie zum Verständnisse der Theorien über die Ursachen der Rechtshändigkeit notwendig waren.

Wir sahen, dass infolge des Mehrgebrauchs des rechten Armes seine Muskeln stärker sich entwickeln, als die des linken, dass zu deren Ernährung die kleinsten Blutgefässe im rechten Arm sich zahlreicher bilden, deshalb dauernd mehr Blut dort vorhanden ist und der Blutdruck rechts etwas höher als links gefunden wird.

Im Gegensatz zu der verhältnismäßigen Schnelligkeit, mit der ein stärkeres Wachstum dem vermehrten Gebrauche einzelner Muskelgruppen folgt, bleibt die Grösse der ausgewachsenen Knochen der Extremitäten des Menschen im Grossen und Ganzen während des Lebens unverändert. Trotzdem haben aber auch sie sich allmählich, nach einer langen Reihe von rechtshändigen Generationen, dem entsprechend umgestaltet, und heute ist die grössere Länge und Schwere der Knochen einer Seite das sicherste Zeichen für die rechts- oder linksseitige Veranlagung eines Geschöpfes.

Aus diesen Knochenmessungen schien es ferner hervorzugehen, dass, entsprechend der Rechtsarmigkeit der grossen Mehrheit, das linke Bein der meisten Menschen stärker entwickelt ist, und so zum Vorteil der Gleichgewichtserhaltung des Körpers, eine gekreuzte Asymmetrie das Normale ist. Doch

waren die Ergebnisse nicht genügend, um den endgültigen Beweis dafür zu liefern. Die Behauptung Biervliets*), dass alle Sinnesorgane der rechten Seite um $^1/_9$ stärker seien, als die der linken, genau im selben Verhältnis, wie der Blutdruck und die Grösse des rechten Armes zum linken stehe, wurde nur sehr kurz berührt.

Auffällig ist dabei, dass Biervliet bei allen Körperteilen genau dieselbe Zahl für das Verhältnis zwischen links und rechts gefunden hat. Jedenfalls könnte man es nur auf einen sonderbaren Zufall zurückführen, wenn diese Zahl bei Arm und den einzelnen Sinnen so genau die gleiche war. Etwas zweifelhaft wird aber der Wert dieser Untersuchungen, wenn man sieht, in welche Irrtümer Biervliet bisweilen verfällt.

Er geht davon aus, dass der stärkeren Entwickelung der rechtsseitigen Sinnesorgane des Armes und der ganzen rechten Seite eine höhere Entwickelung der linken Hirnhälfte infolge der gekreuzten Innervation entspricht, und deshalb ist ja nach ihm auch der Schädel links weiter und höher gewölbt als rechts.

Dies ist aber nicht in dem Maße, in dem Biervliet es annimmt, richtig. Abgesehen davon, dass von einer stärkeren Entwickelung des rechten Beines, auch nach den Maßen, die er selbst angibt, gar keine Rede sein kann, ist es zwar richtig, dass die Nerven für Arme und Beine sich im Rückenmark fast sämtlich kreuzen, und so der rechte Arm in Verbindung mit der linken Hirnhälfte steht, aber diese Kreuzung ist nicht bei allen Sinnesorganen vorhanden, wie Biervliet zu glauben scheint.

Er behauptet zum Beispiele, dass wie alle anderen Sinne, auch der Geruch rechts stärker sei als links, und deshalb auch das rechte Nasenloch grösser als das linke sei, während es in der Anatomie feststeht, dass die Geruchsnerven ungekreuzt verlaufen und der rechte Nervus Olfactorius in direkter Verbindung mit der rechten Gehirnhälfte steht und links entsprechend.

Wenn daher die Untersuchungen Biervliets über die Verschiedenheit der Sinnesorgane links und rechts auch nicht

*) Biervliet. L'homme droit et l'homme gauche. Revue philos. 1899.

immer ganz zutreffend sein mögen, so wollen wir doch eines dieser Sinnesorgane zur näheren Betrachtung herausgreifen, weil darüber ähnliche Ergebnisse auch von anderer Seite vorliegen. Es ist dies das Auge.

Allerdings sind die Untersuchungen darüber noch nicht endgiltig abgeschlossen, ob und wieviele von den Nervenfasern des einen Auges sich kreuzend zu der Gehirnrinde der anderen Seite gelangen. Michel und Kölliker nahmen eine vollständige Kreuzung der Sehnervenfasern an, während Bach*) zu dem Ergebnisse kam, dass sich beim Menschen $^2/_3$ aller Sehfasern im Chiasma kreuzen.

Es steht aber fest, dass bei vielen Tieren diese Kreuzung eine vollständige ist, und Ramon Cajal**) hat über die Ursache dieser Kreuzung eine geistvolle Hypothese aufgestellt, die zugleich eine Erklärung für die schon erwähnte Kreuzung der Nerven, die von den beiden Hirnhälften zu den Muskeln des Körpers laufen, geben würde, und es auch verständlich machen würde, warum die Kreuzung der Sehnerven beim Menschen nicht mehr eine vollständige ist.

Er führt aus, dass bei Tieren, deren Augen mehr an der Seite des Kopfes stehen und noch nicht zum stereoskopischen Sehen benutzt werden, in jedem Auge ein bestimmtes, von dem anderen verschiedenes Blickfeld überschaut wird, und diese beiden Bilder in der Mitte ungefähr zusammenstossen, wie zwei Stücke eines langen Panoramas.

Nun wird durch die Linse jedes Auges das von ihm geschaute Bild umgedreht und zwar von unten nach oben ebenso, wie von links nach rechts. Die Umkehrung des Bildes von oben nach unten ist nicht sehr hinderlich, man gewöhnt sich durch die Erfahrung schon der ersten Lebenszeit daran, alles im Geiste nochmals umzukehren, sodass man sich später gar nicht mehr bewusst ist, eigentlich alles auf dem Kopfe stehend zu sehen.

---

*) Bach. Experimentelle Untersuchungen über den Verlauf der Sehfasern. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde XVII, p. 428.

**) Ramon Cajal. Nach Zentralblatt für Physiol. 1899, p. 135.

Dies wäre aber unmöglich für die Umkehrung nach der Seite. Die beiden verschiedenen Panoramenabschnitte, die von den beiden Augen geschaut werden, stossen, wenn sie durch die Linsen umgekehrt worden sind, nicht mehr in der Mitte zusammen, wie es der geschauten Wirklichkeit entspricht, sondern das, was eigentlich in der Mitte liegen müsste, liegt an den beiden äussersten Enden. Diesem Übelstande konnte nur dadurch abgeholfen werden, dass sich eine vollständige Kreuzung der Sehnerven herausbildete.

Diese Kreuzung der Sehnerven hatte dann nach Cajal notwendigerweise eine solche der Bewegungsnerven für die Muskeln zur Folge, da die Bewegung meist abhängig von Gesichtseindrücken ist und vorteilhafter an derselben Seite ausgeführt wird, an der die dazu erregende Wahrnehmung gemacht wurde. Dies ist die Theorie Cajals.

Wenn nun beim Menschen die Kreuzung der Sehnerven wirklich nicht mehr eine vollständige sein sollte, so würde dies daher kommen, dass bei dem stereoskopischen Sehen des Menschen eine Umkehrung nicht mehr in dem Grade notwendig ist, wie beim Tiere. Immerhin kreuzen sich auch nach den Untersuchungen Bach's wenigstens $^2/_3$ der Fasern und nach allem darüber Gesagten können wir die Kreuzung für die zu erörternde Frage als bestehend annehmen, das heisst annehmen, dass die Augen zum grösseren Teile mit der Gehirnrinde der gegenüberliegenden Seite zusammenhängen.

Nun behauptet Biervliet,*) entsprechend seiner Theorie, dass alle Sinne der rechten Seite schärfer seien, als die der linken, nicht nur dass die Sehschärfe des rechten Auges gewöhnlich grösser sei, sondern auch, dass man sich besser an diejenigen Dinge erinnern könne, die man mit dem rechten Auge, als an die, die man nur mit dem linken gesehen habe.

Sehr ähnlich dieser ist eine Behauptung Drozda's**). Nach Drozda haben beim Lesen nur die durchs rechte Auge vermittelten Eindrücke Bedeutung. Wenn man nur mit dem linken Auge

*) Siehe oben.

**) Drozda. Die Linkshirnigkeit der meisten Menschen. Wiener med. Wochenschrift 1880, p. 1303.

lese, trete bald Schmerz in der rechten Kopfseite auf, man stolpere beim Lesen, bleibe bei allen schwierigeren, etwas seltenen Worten stecken, über die man sonst bequem hinweglesen könne, und die dem Gebildeten gewohnte unmittelbare Perzeption, ohne Inanspruchnahme des ursprünglich zum Lesen gehörigen Sprachvorganges, sei beim Lesen mit dem linken Auge allein völlig unmöglich.

Beide Autoren nehmen eine vollständige Kreuzung der Sehnerven an und stellen sich vor, dass die direkte Überleitung der Gesichtseindrücke vom rechten Auge zur linken Hirnhälfte, die sie für die wichtigere von beiden halten, wirksamer sei, als die vom linken Auge zur rechten Hemisphäre. Beide Autoren haben ihre Behauptungen nicht durch genügendes Beweismaterial erhärtet, und es wird auch sehr schwierig sein, solches herbeizuschaffen, denn in beiden Arten von Versuchen spielen Zufälligkeiten und besonders in dem Leseversuche Selbsttäuschungen eine sehr grosse Rolle und werden kaum völlig auszuschliessen sein. Die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, dass die beiden Autoren im gewissen Sinne Recht haben, ist aber dadurch noch nicht verneint und ihre Behauptungen werden später noch daraufhin betrachtet werden. Halten wir vorläufig fest, dass Beide davon ausgehen, dass neben der Rechtshändigkeit, und offenbar in Beziehung zu ihr stehend, eine höhere Entwickelung der linken Gehirnhälfte besteht, und werfen wir kurz einen Blick auf das Wichtigste, was darüber in der Wissenschaft bekannt ist.

Am nächsten liegt es natürlich, das Gewicht der beiden Hirnhälften zu vergleichen, und es gibt auch eine ganze Anzahl von derartigen Untersuchungen, nur haben sie durchaus nicht das einheitliche Ergebnis gehabt, das man hätte erwarten sollen.

Boyd, Brown-Sequard, Gratiolet*), Broca**) fanden, dass die linke Hirnhälfte etwas schwerer als die rechte war, aber Wagner, Thurmann, Carl Vogt, Ecker***)

*) Broca. Sur les poids rélatifs des hémisphères. Bull. de la Sa. d'Anthrop. 1875, p. 534.

**) Nach Wilson, the right hand 1891, p. 188.

***) Ecker. Archiv für Anthropologie 1868.

fanden das Gegenteil, und auch Braune und Cunningham*) stellten fest, dass, wenn überhaupt ein Unterschied im Gewicht herauszufinden ist, eher noch das Gewicht der rechten Hemisphäre etwas überwiegt. Braune fand z. B., dass bei 92 gewogenen Gehirnen in 52 Fällen die rechte und in 34 Fällen die linke Hemisphäre schwerer war.

Man kann also wohl sagen, dass es nicht gelungen ist, nachzuweisen, dass die linke Hirnhälfte schwerer ist als die rechte. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat in dieser Hinsicht die Vermutung Bastians,**) dass nicht die gesamte Hirnmasse der linken Hirnhälfte eine grössere sei, sondern nur die Menge der besonders wichtigen grauen Rindensubstanz, dass aber diese graue Substanz leichter sei, als die andere Hirnmasse und deshalb die linke Hemisphäre trotz und vielleicht sogar wegen dieses grösseren Besitzes an grauer Rindensubstanz, nicht schwerer, oft vielmehr leichter sei als die rechte Hemisphäre.

Damit würde es auch in Einklang zu bringen sein, dass die Schädelform nach Biervliet für eine grössere linke Hirnhälfte gebildet zu sein scheint und dabei doch das Gewicht dieser Hemisphäre meist geringer, als das der anderen Hälfte ist.

Endgiltige Beweise für die Überlegenheit der linken Hemisphäre in dieser Beziehung gibt es aber noch nicht.

Auch bezüglich einer grösseren Zahl von Gehirnwindungen auf der linken Seite haben die Untersuchungen zu keinem befriedigenden Ergebnisse geführt.

Ogle***) behauptete zwar, dass die Windungen der bevorzugten Gehinhälfte zahlreicher wären, als die der anderen, aber ihm ist häufig widersprochen worden, und auch Cunningham†) spricht eine gegensätzliche Überzeugung aus.

Diese einfacheren anatomischen Untersuchungen geben uns

---

*) Cunningham. Journal of Anthropol. Institute of Gr. Br. 1902 p. 289.

**) Nach Wilson, the right hand. p. 188.

***) Ogle. On dextral pro-eminence Lancet 1871.

†) Cunningham. Siehe oben p. 289.

also keine Anzeichen dafür, dass infolge der Rechtshändigkeit fast aller Menschen die der rechten Seite entsprechende linke Hirnhälfte stärker, als die andere entwickelt ist, wie der rechte Arm stärker, als der linke.

Die neuere Forschung hat aber noch eingehendere Entdeckungen über die Beziehung zwischen den Muskeln der beiden Seiten des Körpers und den entsprechenden Hirnhälften gemacht*).

Man hat bekanntlich gefunden, dass die Bedeutung der einzelnen Teile der grauen Gehirnrindenschicht nicht eine völlig gleiche ist, sondern dass bestimmte Gebiete auf ihr in besonders naher Beziehung zu bestimmten Funktionen und bestimmten Teilen des Körpers stehen.

Über die Abgrenzung dieser Zonen oder „Rindenzentren", wie man sie nennt, gegeneinander ist man noch nicht einig, jedenfalls darf man sie sich nicht als scharf umschriebene Gebiete vorstellen, wie bisweilen die einzelnen Zonen auf einem „phrenologischen Schädel" abgeteilt sind, sondern nach Bastian**) als Nervengeflechte, die vielfach untereinander verbunden sind und ineinander übergehen und nur in funktioneller Beziehung einheitlich sind und nach einer bestimmten Richtung hin vorzugsweise tätig sind.

Man bemerkte nun, dass bei Reizung gewisser Stellen der Gehirnrinde, beim Tierversuch zum Beispiele durch Zuleitung eines elektrischen Stromes, ganz bestimmte Muskelgruppen in Bewegung geraten, und dass bei Verletzung oder Zerstörung dieser bestimmten Teile der Gehirnrinde Störungen im willkürlichen Gebrauche der betreffenden Muskelgruppen auftreten.

Dabei ist die Lage dieser Rindenzonen immer dieselbe, sodass man z. B. bei einem Epileptiker, dessen Krämpfe immer an derselben Stelle beginnen, weiss, dass irgend eine krankhafte Reizung an einer ganz bestimmten Stelle der Hirnrinde die Ursache davon sein muss und dass man häufig solche Personen dadurch geheilt hat, dass man die Schädeldecke an der betreffen-

---

*) Folgendes teilweise nach Villaret, Handwörterbuch der gesamten Medizin.

**) Bastian. Über Aphasie. Leipzig 1902, p. 20.

den Stelle aufgemeisselt und die den Reiz verursachende Schädlichkeit von der Gehirnrinde entfernt hat.

Man hat an diesen Rindenzonen für die Muskeln des Körpers, die alle an der sogenannten Zentralfissur liegen, „absolute“ und „relative“ Rindenfelder unterschieden. Das kleinere absolute Rindenfeld für eine bestimmte Muskelgruppe ist das, bei dem schon ein schwacher elektrischer Strom genügt, um die

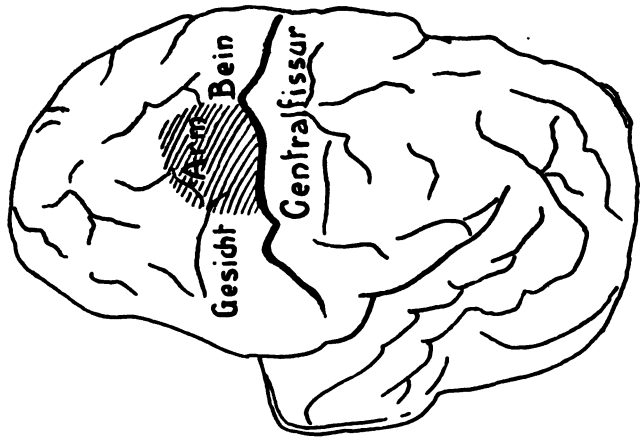

Abb. 6.

Muskeln in Tätigkeit zu setzen, das relative Feld ist das, auf dem ein stärkerer elektrischer Strom ausser anderen Muskelgruppen auch die betreffende mit in Bewegung setzt. Je stärker der Strom ist, umsomehr kann er auch auf nebenliegende Muskelzonen Einfluss haben, ja bei sehr starker Reizung kann sogar, als ein Zeichen, dass die Nervenkreuzung keine ganz vollständige ist, eine Bewegung der Muskeln der nicht zu der Hirnhälfte gehörigen, also gleichnamigen Seite eintreten, doch so, dass die Bewegung dieselbe Richtung hat, wie die hauptsächlich beeinflusste Körperseite.

Für die uns vorliegende Frage ist es nun besonders wichtig, ob das Rindengebiet für den rechten, mehr benutzten Arm auf der linken Hemisphäre grösser ist, als das entsprechende Feld der rechten Hemisphäre und so ein Einfluss der Rechtshändigkeit auf das Gehirn nachzuweisen ist. Cunningham*) hat,

*) Cunningham. Journal of the Anthrop. Inst. 1902, p. 293.

sich auf die Untersuchungen Grünbaum's und Sherrington's stützend, genaue Beobachtungen über dies Verhältnis der Rindenzonen für beide Arme zu einander, sowohl an Gehirnen von Menschen als von Affen gemacht, und zwar untersuchte er nicht nur fertig ausgewachsene Gehirne, sondern sich noch entwickelnde Gehirne in den verschiedenen Epochen vor der Geburt der betreffenden Geschöpfe, von dem Gedanken ausgehend, dass sich dabei die Unterschiede der einzelnen Teile am besten vergleichen lassen und die zuerst sich bildenden Teile den ältesten, am längsten in der Tierart bestehenden entsprechen.

Zunächst wurde durch diese Arbeiten festgestellt, dass sich beim menschlichen Embryo die Teile der beiden Hemisphären, aus denen später die Rindenzone für die Arme werden, gleichzeitig ungefähr im vierten Monat vor der Geburt zuerst zeigen, während z. B. der Teil des Gehirns, der im Leben besonders, wie wir später sehen werden, mit der Sprache verknüpft ist, erst unmittelbar vor der Geburt sich zuerst zeigt und noch ein volles Jahr nach der Geburt braucht, bis er völlig entwickelt ist.

Da ausserdem die sich beim Menschen bildenden Gehirnrindenteile für die Arme bedeutend grösser sind, als die für die Beine, entsprechend der viel grösseren Benutzung der Arme durch ein aufrecht gehendes Geschöpf, bilden obige Tatsachen nebenbei einen Beweis dafür, dass der Mensch sehr lange Zeit aufrecht gehend die Arme frei benutzt hat, bevor er die Fähigkeit der Sprache erlangt hat, wie wir früher erwähnten.

Cunningham beobachtete aber weiter, dass, gegen seine Erwartung, der Gehirnteil, der der Rindenzone für den rechten Arm entsprach, in der weiteren Entwickelungszeit keineswegs grösser und mehr hervortretend war, als der andere, sondern dass, soweit überhaupt ein Unterschied vorhanden war, ein Überwiegen eher zu Gunsten des Gehirnteiles für das Rindenzentrum des linken Armes zu bemerken war, und zwar in derselben Weise beim Affen wie beim Menschen.

Also ebenso wie die rein anatomischen Untersuchungen geben uns auch diese entwickelungsgeschichtlich-anatomischen Untersuchungen keine Beweise noch Anzeichen dafür, dass die

Rechtshändigkeit der Menschen einen Einfluss auf das Gehirn ausübt oder ausgeübt hat.

Dies ist aber durchaus kein Beweis dafür, dass die Rechtshändigkeit eine solche Einwirkung überhaupt nicht ausübt. Im Gegenteil finden wir gerade in den eben erwähnten Untersuchungen auch die Erklärung, warum dieser Einfluss bis heute noch nicht so im Gehirn Ausdruck finden konnte, dass wir ihn mit unseren verhältnismässig groben Untersuchungsmethoden feststellen konnten.

Aus unseren früheren Ausführungen ging hervor, dass die Rechtshändigkeit der Menschen sehr allmählich in einem schon vorgeschrittenem Stadium der Menschheitsgeschichte und bestimmt viel später, als die Sprache sich entwickelt hat und jetzt immer noch weiter sich entwickelt, indem die Linkshändigkeit immer mehr abnimmt.

Ferner wissen wir, dass viel Zeit dazu gehört, bis Eigenschaften und Fähigkeiten, die im Laufe der Entwickelung erworben werden, vererbt werden, viel grössere Zeiträume aber dazu, dass die Einwirkungen solcher erworbener Eigenschaften auf Körperteile vererbt werden.

Das alles stimmt nun völlig mit den Ergebnissen der Untersuchungen Cunningham's überein. Der aufrechte Gang und damit die Bevorzugung der Arme vor den Beinen ist die älteste Eigenschaft des Menschengeschlechts und deshalb tauchen die Anzeichen dafür im Gehirn bereits im 4. Monat vor der Geburt auf. Dann kam die Sprache und dementsprechend erscheinen die Teile, die dazu in Beziehung stehen im Gehirn kurz vor der Geburt und sind 1 Jahr nach derselben ausgebildet. Die Rechtshändigkeit ist noch später entstanden und ihre vollständige Einführung bei den Menschen ist noch gar nicht abgeschlossen, und wir können uns daher nicht wundern, dass wir anatomisch noch keine Einwirkung dieser verhältnismäßig neuen Eigenschaft auf das Gehirn feststellen können, vielleicht wird eine spätere Generation dazu im Stande sein.

Es darf also das völlige Versagen der anatomischen Forschung in dem Nachweise von Einwirkung der Rechtshändigkeit auf das Gehirn, uns durchaus nicht abhalten zu

untersuchen, ob wir vielleicht durch Erscheinungen am lebenden Körper solche Nachweise erhalten können.

Zu dem Zwecke wollen wir das Verhältnis der Muskeln beider Körperseiten zu den schon erwähnten Zonen auf der Gehirnrinde während des Lebens etwas näher betrachten.

Während der Verlauf der Nervenfasern von den Muskeln zu den Rindenzonen im Gehirn durch das Rückenmark, die Pyramiden-Brücke, Hirnschenkelfüsse, innere Kapsel und Stabkranz genau bekannt ist, steht die Art der Bedeutung der Rindenzentren für die Muskeln immer noch nicht ganz fest.

Wenn man sehr vorsichtig ist, darf man eigentlich nur sagen, dass „die Rindenzellen an einem zentralen Prozess beteiligt sind, dessen Endglied eine Muskelinnervation ist.“ *)

Ursprünglich hielt man die Rindenzonen nur für motorische Zentren, d. h. für Zentren, von denen nur Bewegungsimpulse für die Muskeln ausgehen. Nach den heutigen physiologischen Vorstellungen über das Wesen der Innervation der Muskeln muss indessen auch eine umgekehrte Fortleitung von Reizen auf denselben Bahnen von aussen nach den Rindenzentren stattfinden. Zu jedem Bewegungsimpuls ist nämlich erst eine Vorstellung dieser Bewegung nötig, und diese Vorstellung kann man nur haben, wenn man eine Erinnerung an die Empfindungen, welche die Haut, Sehnen und Muskeln früher bei ähnlichen Bewegungen erfahren haben, wieder wachrufen kann, und deshalb ist es sehr wahrscheinlich, dass nicht nur die Bewegungsimpulse für die Muskeln von den Rindenzentren ausgehen, sondern dass diese auch die „Gefühlsphäre“ der betreffenden Muskeln bilden und dass die Erinnerungsbilder an die Empfindungen, die durch Bewegungen und andere Eindrücke der betreffenden Muskelgruppen hervorgerufen werden, ebendort niedergelegt sind. „Auch das physiologische Experiment und die Beobachtung am Krankenbette, wie im Sezirsaal, drängen zu dieser Annahme.“**)

Da nun also in diesen die Muskeln mit der Gehirnrinde verbindenden Nerven sowohl eine Leitung hinwärts zum Gehirn, als rückwärts vorhanden ist, und offenbar die Stärke der einen

*) Villaret, Handwörterbuch über die gesamte Medizin.

**) Villaret, Handwörterbuch d. gesamten Medizin.

Leitungsrichtung mit der der anderen in einem bestimmten Verhältnisse stehen muss, sodass, wenn die Hinleitung auf der einen Körperseite eine stärkere wird, auch die Rückleitung stärker als auf der anderen Seite erfolgen muss, so wird man auch eine umgekehrte Untersuchungsmethode anwenden können, um einer Beeinflussung des Gehirns durch die Rechtshändigkeit nachzuforschen. Mit anderen Worten, man würde daraus, dass die Einwirkung der Nerveneinflüsse von der Gehirnrinde nach den Muskeln auf der einen Körperseite eine stärkere ist, obwohl die Möglichkeit der Beeinflussung für beide Seiten völlig gleich ist, folgern können, dass auch die Beeinflussung des Gehirns durch die Muskeln derselben Seite eine stärkere ist.

Was damit gemeint ist, wird sogleich klar werden. Man hat vielfach beobachtet, dass gewisse schwierige und verwickelte Bewegungen der Muskeln, nicht nur durch allmähliches Einüben dieser Muskeln selbst erlernt werden können, sondern dass durch das blosse Beobachten und die aufmerksame Betrachtung dieser Bewegungen bei anderen, diejenigen Gehirnteile, welche die betreffenden Muskeln regieren, so darauf eingeübt, oder wenigstens vorbereitet werden können, dass die Ausführung solcher schwieriger Bewegungen bisweilen ohne jede wirkliche Einübung, häufig nach unverhältnismäßig geringer Einübung der Muskeln möglich ist.

Ein bekannter Fall derart wird uns schon aus dem Altertum überliefert. Der Sohn des Kroesus war immer stumm gewesen, als er aber einmal seinen Vater in einer Schlacht in Lebensgefahr sah, durchbrach die starke Gemütsbewegung die krankhaften Schranken und er rief plötzlich aus, man solle den König schonen. Gewiss sind Erzählungen des Herodot nicht für wissenschaftliche Fragen maßgebend, aber diese Erzählung findet Bestätigung auch in der Gegenwart.

So berichtet Bastian*) über einen sehr gut beglaubigten Fall eines Kindes, das erst im 6. Jahre und dann sofort völlig perfekt zu sprechen begann, ohne dass eine Übungszeit vorausgegangen wäre. Ebenso erwähnt er einen Fall, in dem ein Kind in dem ersten Lebensjahre nie Gehversuche gemacht

*) Bastian, Über Aphasie. Leipzig 1902, p. 8.

hatte und dann plötzlich zum Erstaunen aller anstandslos durchs ganze Zimmer ging.

Sicherlich wirkt erleichternd für die Erlernung solcher der Menschheit eingewurzelter Bewegungsformen die Vererbung, und Bastian hebt sehr richtig hervor, dass ein ganzes Leben der Übung nicht genügen würde zur Erlernung der feinen Bewegungskompositionen der Muskeln beim Sprechen, wenn nicht das Kind schon mit einem Gehirn geboren würde, dass dahin zielte, sich in dieser besonderen Richtung zu entwickeln.*)

Aber sicherlich spielt auch selbst beim Sprechenlernen, und viel mehr noch bei allen anderen Bewegungen, die Übung eine grosse Rolle, das sehen wir ja beim Kinde täglich vor Augen. Wenn nun in den erwähnten Fällen Fähigkeiten, zu denen sonst ausser der Vererbung immer noch eine gewisse Übung gehört, ohne dieselbe in ausgebildeter Weise vorhanden waren, nachdem durch einen Zufall ein die Ausführung hindernder Umstand beseitigt war, so deutet dies darauf hin, dass eben durch die blosse Vorstellung dieser Bewegungen bei der Beobachtung anderer Personen die wirkliche Übung der Muskeln zum Teile ausgeglichen worden war, dass die Vorstellung einer komplizierten Bewegung ihre Einübung also zum Teil ersetzen und ihre Erlernung jedenfalls erleichtern kann.

Mit obigen gut beglaubigten Beobachtungen würden sehr wohl in Einklang zu bringen sein die Behauptungen mancher Artisten, dass für Jongleure und Turner die Erlernung eines Kunststückes durch genaues und häufiges Beobachten der Ausführung desselben von anderen sehr erleichtert wird und zwar nicht durch Beobachtung der verschiedenen „Trics“ dabei, sondern rein als Verstärkung der wirklichen Muskeleinübung durch Gangbarmachen der dazu nötigen Innervationswege.

Für die uns hier vorliegende Frage nach Anzeichen einer Beeinflussung des Gehirns durch die Rechtshändigkeit würde es nun besonders wichtig sein, festzustellen, ob bei dieser unwillkürlichen Einübung von schwierigen Muskelbewegungen durch blosses Zuschauen die rechte Hand mehr eingeübt wird als die linke, abgesehen davon, dass der beobachtete Artist

*) Bastian, p. 6.

natürlich die rechte Hand mehr benutzt, als die linke. Wenn dies nämlich der Fall wäre, so würde es darauf hindeuten, unseren obigen Ausführungen entsprechend, dass von den Eindrücken, die im Gehirn durch die blosse Beobachtung der betreffenden Vorführungen hervorgerufen wurden, bei denen also keine der beiden Körperhälften benachteiligt war, eine grössere Menge von Eindrücken, oder die gleiche Menge in wirksamerer Art auf der linken Gehirnhälfte haften blieb und in stärkerer Weise von dort auf den rechten Arm wirkte. Da aber unseren obigen Ausführungen gemäß einer stärkeren Zuleitung auch eine stärkere Rückleitung entspricht, so würde daraus folgen, dass auch die Einwirkung des rechten Armes auf die linke Hirnhälfte eine grössere ist, als die der anderen Seite und dass also die Rechtshändigkeit eine Einwirkung auf das Gehirn ausübt.

Solche Beobachtungen liegen nun zwar von Artisten nicht vor, wohl aber ist etwas anderes beobachtet worden, das zwar beim ersten Blick nicht hierher zu gehören scheint, aber doch dieselbe Bedeutung hat.

In gewissem Sinne wird durch das Schreiben mit nur einer Hand auch die andere unwillkürlich mit zum Schreiben ausgebildet. Wohlgemerkt kann dies nicht eine wirkliche Ausbildung des Gehirnteiles sein, der die betreffende Hand beim Schreiben regiert, sowie es diejenige des Gehirnteiles für die wirklich schreibende Hand ist, denn die Erinnerungsbilder, die nur durch die wirkliche Ausführung der Schreibbewegung an der betreffenden Gehirnstelle geschaffen werden, können noch nicht an der anderen Seite vorhanden sein, aber es kann der Boden für diese Bilder so vorbereitet und die Bilder selbst vielleicht schon leicht angedeutet sein, dass sie dann bei der wirklichen Ausführung der Schreibbewegung sich viel leichter als sonst ausbilden und festhaften.

Im Leben zeigt sich dies dadurch, dass man verhältnismässig leicht mit der linken Hand schreiben kann, ohne es je vorher geübt zu haben, aber natürlich nur die der anderen Seite und der Symetrie des Körpers entsprechende Schrift, nämlich die Spiegelschrift. Am leichtesten ist dies ausführbar, wenn man mit beiden Händen gleichzeitig schreibt.

Es giebt nun Leute, die von Natur Linkshänder sind, dies

auch bei allen anderen Ausführungen bleiben, aber doch ausschliesslich mit der rechten Hand schreiben, obwohl das eigentlich ihre ungeschicktere Hand ist.

Bei solchen Leuten wird nun auch unabsichtlich, gewissermaßen nur durch das Zuschauen, die linke Hand zur Spiegelschrift ausgebildet. Da nun aber bei ihnen die linke Hand die durch natürliche Anlage bevorzugte ist und auch sonst bei allen Dingen mehr benutzt wird, so müsste nach unseren obigen Ausführungen die unwillkürliche Ausbildung dieser Hand zur Spiegelschrift eine weit stärkere sein, wenn wirklich die Verbindung und gegenseitige Beeinflussung zwischen der bevorzugten Hand und der entsprechenden Gehirnhälfte eine stärkere ist, als zwischen der anderen Hand und der Hirnhälfte. Dies ist aber auch beobachtet worden.

Dr. Giuseppe d'Abundo*) berichtet von einem Linkshänder, der immer nur rechts geschrieben hatte und von ihm wegen Schreibkrampfs behandelt wurde. Zur Schonung der erkrankten rechten Hand empfahl er ihm links zu schreiben, obwohl er dies noch nicht geübt hatte. In seiner Gegenwart versuchte der Patient nun mit der linken Hand zu schreiben und zwar unwillkürlich die Spiegelschrift, und nachdem er dazu angesetzt hatte, lief die Feder mit überraschender Leichtigkeit über das ganze Papier herunter, mit derselben Leichtigkeit, wie man sonst mit der geübten Hand schreibt. D'Abundo stellt weiterhin noch fest, dass im Gegensatz dazu bei Leuten, die aus Not, infolge von Verletzungen der rechten Hand Linkser werden, diese Leichtigkeit, Spiegelschrift mit der linken Hand zu schreiben, keineswegs vorhanden ist.

D'Abundo erklärt diese Beobachtung nicht in der Weise, in der es hier geschieht, aber mit den obigen Bemerkungen in Zusammenhang gebracht, können wir diese Fälle wohl als Anzeichen dafür betrachten, dass die Bevorzugung eines Armes, also meist die Rechtshändigkeit, einen Einfluss auf das Gehirn ausübt, also der zugehörigen Gehirnhälfte eine gewisse Überlegenheit über die andere verschafft.

---

*) Dr. Giuseppe d'Abundo, Archivio Italiano per le malattie nervose. Sept. 1890.

Ein anderes weit bestimmteres und wichtigeres Anzeichen für die Beeinflussung des Gehirns durch die Rechtshändigkeit ist im Jahre 1862 von Broca entdeckt worden, dass nämlich die Lage des sogenannten Sprachzentrums im Gehirn eine einseitige zu sein scheint.

Man fand bei Sektionen von solchen Personen, bei denen während des Lebens infolge von Krankheit Sprachstörungen sich gezeigt hatten oder bei denen die Sprachfähigkeit ganz aufgehoben worden war, sehr häufig eine krankhafte Veränderung oder Zerstörung einer ganz bestimmten Stelle in der linken Hirnhälfte, während die rechte Hinhälfte dabei ganz gesund sein konnte.

Andrerseits konnte oft die entsprechende Stelle in der rechten Hirnhemisphäre völlig zerstört sein, ohne dass im Leben die geringste Sprachstörung bestanden hatte.

Der Gedanke lag nahe, diese auffallende Erscheinung in Verbindung mit der Rechtshändigkeit der Menschen zu bringen und die einseitige Lage des Sprachzentrums auf der linken Hirnhälfte, die infolge der Nervenkreuzung im Rückenmark der rechten Körperseite entspricht, als eine Folge der Bevorzugung des rechten Armes im Gebrauche anzusehen.

Sehr befestigt aber wurde diese Anschauung besonders dadurch, dass man die Regel von der linksseitigen Lage des Sprachzentrums im Gehirn nicht auf linkshändige Personen anwenden konnte, sondern viele Fälle beobachtete, in denen das Sprachzentrum umgekehrt in der rechten Hirnhälfte zu liegen schien, entsprechend der engeren Verbindung der rechten Hemisphäre mit dem hier bevorzugten linken Arm.

2. Das Schreiben als Ursache der einseitigen Lage des Sprachzentrums im Gehirn.

Wie wir sehen, ist die linksseitige Lage des Sprachzentrums im Gehirn das deutlichste und wichtigste Anzeichen dafür, dass die Rechtshändigkeit einen Einfluss auf das Gehirn des Menschen ausübt, und deshalb wollen wir uns eingehender mit dieser Erscheinung beschäftigen.

Die Nachfolger Broca's fanden, dass nicht nur die Zerstörung des kleinen von Broca gefundenen Bezirks auf der linken Hemisphäre Sprachlosigkeit zur Folge hat, sondern dass auch Verletzungen anderer bestimmter Teile derselben Hirnhälfte Sprachstörungen bewirken können. Es soll hier nicht auf die verschiedenen Formen der Sprachstörungen eingegangen werden, sondern nur zum Verständnis des Folgenden kurz die Anschauung berührt werden, die Bastian, einer der bedeutendsten Forscher auf diesem Gebiete, über die Lage des sogenannten Sprachzentrums hat, d. h. der Teile der linken Hirnhälfte, die in besonders enger Verbindung mit dem Sprechen und den damit verknüpften Vorgängen stehen.

Bastian*) nimmt ausser dem alten Zentrum Broca's in der dritten Stirnwindung für die unmittelbare Sprachbewegung, das genau umschrieben ist und von ihm als „glosso-kinästhetisches Zentrum" bezeichnet wird, ein besonderes Zentrum für die Schreibbewegung an, das „cheiro-kinästhetische Zentrum", dessen Lage indessen noch nicht genau bestimmt werden kann und das vielleicht mit dem früher erwähnten Rindenzentrum für die Muskeln des Armes zusammenfällt. Mit diesen Zentren für die eigentliche Bewegung beim Sprechen und Schreiben

*) Bastian. Über Aphasie, Leipzig 1902, p. 19, ff.

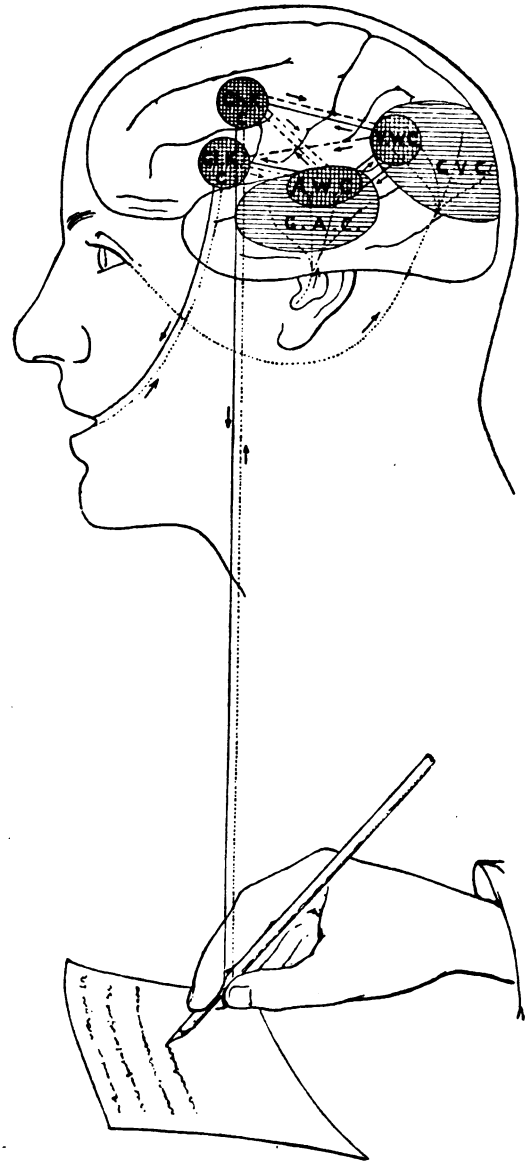

Abb. 7. Schematische Darstellung der Wortzentren und Kommissuren der linken Hemisphäre nebst den centripetalen und centrifugalen Fasern. (Abbildung aus Bastian „Über Aphasie", Engelmann-Leipzig 1902.)

bringt nun Bastian in Verbindung zwei andere Zentren, in denen die Erinnerungsbilder für die Worte niedergelegt werden, ohne deren Erregung die Bewegungszentren allein nicht zur Verständigung nutzbar sein können.

Obgleich alle diese sogenannten Zentren nicht scharf umgrenzt und mit einander verflochten sind, glaubt Bastian doch, zwei verschiedene Zentren für diese Erinnerungsbilder annehmen zu müssen, nämlich eines für die Wortbilder, die man durch Vermittelung des Auges gewonnen hat, das optische Wortzentrum und ein anderes, das akutische Wortzentrum für die Erinnerungsbilder von Worten, die durch das Gehör erworben worden sind.

Die Ergebnisse der Sektionen von Personen, die an verschiedenen Krankheitsformen der Sprachstörung litten, machen die Annahme Bastians sehr wahrscheinlich.

So wird zum Beispiel bei der sogenannten Wortblindheit, bei der man wohl Gegenstände und auch Schriftzüge sieht, aber an ihren Sinn sich nicht erinnern kann und auch unfähig ist, selbst zu schreiben, obwohl die Bewegungen der Hand ungehindert sind, eine Zerstörung des optischen Wortzentrums gefunden, während die anderen Teile alle unverletzt sein können, und man kann jetzt fast alle die sehr verschiedenartigen Erscheinungsformen der Sprachstörungen ungezwungen durch die hauptsächliche Lokalisation der Zerstörung an einem dieser Zentren oder der sie verbindenden Faserzüge erklären.

Nach Bastian sind nämlich diese vier Zentren innig untereinander durch Nervenfasern, die „Commissuren- oder Associationsbahnen“ verbunden, so dass bei Tätigkeit des einen Zentrums immer auch die anderen in gewisser Weise beteiligt sind. (Siehe Abbildung!)

Eine besonders wichtige Verbindungsbahn muss zwischen dem akustischen Wortzentrum (Figur A. W. C.) und dem glossokinästhetischen Zentrum (Figur Gl. K. C.) bestehen zur direkten Hervorbringung der Sprache, indem eine Erregung des in jenem niedergelegten Erinnerungsbildes des früher gehörten Wortes sich erst durch Vermittelung des Bewegungszentrums für die Sprechmuskeln in eine bemerkbare Äusserung umsetzen kann.

Entsprechend ist eine enge Verbindung zwischen dem

optischen Wortzentrum (Figur V. W. C.) und dem cheiro-kinästhetischen (Figur Ch. K. C.) Zentrum anzunehmen, wodurch die Erinnerungsbilder an geschriebene Worte in die eigentliche Schreibbewegung übergeführt werden können, aber Bastian nimmt auch weiterhin eine Verbindungsbahn zwischen den Wortzentren für Gesichts- und Gehörseindrücke an, sodass z. B. bei vielen Menschen die Erinnerung an das geschriebene Wort auch für die Sprache sehr wichtig, oft noch wichtiger als die Gehörserinnerung werden kann.

Wie wir später sehen werden, sind sogar noch weitere Verbindungsbahnen zwischen diesen Zentren anzunehmen, um alle Krankheitserscheinungen zu erklären.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir nun dazu über, näher zu untersuchen, in welcher Weise die Rechtshändigkeit die einseitige Lage des Sprachzentrums im Gehirn des Menschen herbeiführt. —

Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse in der Anatomie des Gehirns können wir zwischen beiden Hemisphären keinen Unterschied an derjenigen Stelle entdecken, an der wir diese Zentren lokalisieren. Auch in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung sind nach den neuen Untersuchungen Cunningham's*) keine deutlichen Unterschiede zu bemerken, jedenfalls keine zugunsten des Bezirkes auf der linken Hemisphäre. Beide Zentren scheinen auch funktionsfähig zu sein, denn in gewissen Fällen kann das rechts gelegene Zentrum für das linke eintreten oder ist von vornherein in Funktion.

Wie wir wissen, ist nun trotzdem unter normalen Verhältnissen bei fast allen Menschen nur das auf der linken Hemisphäre gelegene Zentrum in Funktion und das andere völlig unbenützt, so dass bei der Zerstörung des betreffenden Teiles der linken Hemisphäre meist völlige Aphasie eintritt, und es wurde schon erwähnt, dass man allgemein als die Ursache dieser Lokalisation die Rechtshändigkeit der meisten Menschen betrachtet. Die Erklärung wäre dann etwa die, dass infolge der grösseren Tätigkeit, besonders des rechten Armes, der gekreuzten Innervation entsprechend, die linke Hemisphäre öfter und stärker als die rechte in Funktion tritt, und dass

*) Journal of the Anthropological Institute of Groat Brit. 1902, p. 291.

diese grössere Tätigkeit mit einer besseren Ernährung der Hemisphäre auch die stärkere Ausbildung des auf derselben Seite gelegenen Sprachzentrums zur Folge hat. Oder nach einer anderen fliessen dem Bewegungszentrum auf der Hirnrinde für den rechten Arm, bei dessen grösserer Tätigkeit, stärkere Reize zu, die sich dann zum Sprachzentrum derselben Seite fortpflanzen. Über die Möglichkeit und Art und Weise dieser Fortpflanzung vermag man sich bei dieser Anschauung keine deutliche Vorstellung zu machen. Nun ist aber bei den gewöhnlichen, groben Bewegungen und Arbeiten im täglichen Leben der Unterschied beider Seiten doch nur gering und der linke Arm keineswegs so sehr benachteiligt, dass man dadurch eine völlige funktionelle Verödung des rechten Sprachzentrums erklären könnte.

Allerdings führte Moxon*) schon 1866 aus, dass bei den äusserst verfeinerten Bewegungen beim Sprechen die Aufmerksamkeit so sehr in Anspruch genommen wird, dass die Konzentration dieses Vorganges auf einer Hemisphäre der schnelleren und genaueren Entwicklung der Sprache förderlich sein muss. Wenn aber die Rechtshändigkeit allein als solche die einseitige Lokalisation des Sprachzentrums veranlasst hätte, so müsste sie dies doch schon in den allerersten Zeiten der Menschheit bewirkt haben und es wäre dann höchst sonderbar, dass das rechte Sprachzentrum gar keine Zeichen der Rückbildung aufweist, ja sogar in vielen Fällen verhältnismäßig leicht die Funktion des Sprechens noch übernehmen kann.

Viel wahrscheinlicher ist es, dass etwas weniger weit Zurückliegendes zu der Bevorzugung einer Körperseite im allgemeinen hinzukam, um der linken Hemisphäre durch Vermittlung des rechten Armes eine so ausserordentliche Überlegenheit über die rechte zu geben. Als dies betrachten wir nun das Schreiben mit der rechten Hand.

Gleich hier sei eine Krankengeschichte vorweg genommen, die zeigt, dass Bevorzugung einer Körperseite allein, ohne Schreiben, nicht genügt, um die Seite der Lage des Sprachzentrums zu bestimmen, dass dieser Einfluss sogar dem Einfluss des Schreibens, wenn dieser entgegengesetzt wirkt, unterliegt.

*) Brit. and Foreign Medico-Chir. Review 1866, p. 481.

Bramwell*) berichtet von einem geborenen Linkser, der alles mit der linken Hand tat, aber nur mit der rechten geschrieben hatte. Mit 36 Jahren wurde er plötzlich auf der rechten Körperseite gelähmt und wurde gleichzeitig sprachlos. Hier war also die linke Hemisphäre betroffen, und folglich, da gleichzeitig die Sprache litt, das Sprachzentrum, das bei Linksern in der rechten Hemisphäre entwickelt sein müsste, durch das Rechts-Schreiben allein auf die linke Seite verlegt worden, trotzdem der Patient in allen anderen Obliegenheiten, ausser dem Schreiben, Linkser blieb.

Wenn nun, wie dieser Fall anzudeuten scheint, die Rechtshändigkeit allein nicht fähig ist, die völlig einseitige Lokalisation des Sprachzentrums herbeizuführen, so muss dieses in denjenigen Fällen, in denen überhaupt nicht oder nur sehr wenig geschrieben worden ist, noch auf beiden Seiten in Funktion sein, wenn auch vielleicht auf der linken Seite etwas stärker.

Für derartige Beobachtungen sind besonders Kinder geeignet, die ja meist schon nach dem ersten Lebensjahre**) völlig ausgebildete Rechtser sind, aber erst nach dem 6. bis 7. Jahre mit dem Schreiben beginnen. Es ist nun bekannt, dass Aphasie, die Unfähigkeit zu sprechen, wie sie bei Kindern z. B. häufig nach Typhus auftritt, in bedeutend kürzerer Zeit und vollständiger sich zurückbildet, als bei Erwachsenen, nach Henoch***) in zwei Wochen, nach Clarus†) in drei Wochen. Man erklärt dies gewöhnlich damit, dass der Körper des Kindes, weil er noch in Entwicklung begriffen sei, leichter einen Schaden reparieren kann, als der schon in der Entwicklung abgeschlossene Körper der Erwachsenen. Indessen ist nicht ohne weiteres die andere Erklärung von der Hand zu weisen, dass beim Kinde noch beide Sprachzentren gemeinsam tätig sind, wie beim Tiere die Stimmzentren, und dass bei Läsion einer Hemisphäre zwar momentan eine Sprachstörung eintritt, da beide Hemisphären gewohnt waren, gemeinsam zum Zustandekommen der Sprache zu funktionieren, aber die gesunde sich schon nach wenigen

*) Bramwell. „On crossed Aphasia.“ Lancet, 3. Juni 1899.

**) Baldwin. Science 1890, p. 242.

***) Lehrbuch der Kinderkrankheiten.

†) Jahrbuch für Kinderheilkunde. VII.

Tagen gewöhnt, die Funktionen auch ohne Hilfe der erkrankten allein wieder aufzunehmen.

Dieser Vorgang erhält grössere Wahrscheinlichkeit durch eine Anzahl von Beobachtungen, nach denen bei rechtshändigen Kindern Aphasie auch nach Läsion der rechten Hemisphäre eintrat*), auch öfters Geschwülste in der rechten Hemisphäre als Ursachen der Aphasie gefunden wurden**), und endlich in Fällen von ausgedehnter Zerstörung des linken Sprachzentrums bei Kindern das rechte Zentrum alle Funktionen dauernd allein übernehmen kann.***)

Ähnlich wie bei Kindern ist es in solchen Fällen, in denen die Betreffenden nur ausserordentlich wenig geschrieben haben; so wenig, dass es nicht genügte, die völlig einseitige Lokalisation herbeizuführen. So konnten zwei Russen, †) die ausdrücklich als ungebildet bezeichnet werden, nach einer Lähmung der linken Körperhälfte zwar noch rechts schreiben, aber, obgleich sie in jeder Beziehung Rechtser waren, nicht mehr lesen. Preobrashenski deutet das so, dass man eben allgemein mit beiden Hemisphären lese; ich glaube mehr, dass die beiden ungebildeten Russen, da sie vermutlich überhaupt nur sehr wenig in ihrem Leben geschrieben hatten, noch mit Hilfe beider Hemisphären sowohl sprachen als lasen, wenn vielleicht auch die linke schon mehr beteiligt war als die rechte. Da die Sprache bei ihnen, als erwachsenen Leuten, viel stärker und bestimmter entwickelt war, als bei Kindern, konnte sofort die so wie so schon überwiegend funktionierende linke Hemisphäre allein das Sprechen übernehmen, dagegen war das Lesen vermutlich ebenso wenig geübt wie das Schreiben und seine Ausführung so beschwerlich, dass schon das Fehlen der geringer benützten rechten Hemisphäre es unmöglich machte. Dass die geringe Schreibkunst nicht litt, da sie nur von der linken Hemisphäre abhing, ist selbstverständlich.

Endlich gibt es sogar eine ganz besondere Sprache des

*) Olliver. Jahrbuch f. Kinderheilkunde. II.

**) Clarus. Jahrbuch f. Kinderheilkunde. VII.

***) Freitel. „Aphasie im Kindesalter." Sammlung klin. Vorträge 1893, Nr. 64, p. 652.

†) Preobrashenski. Neur. Zentralbl. 1902, S. 735.

Menschen, die von den meisten Ausübenden nicht geschrieben wird, bei der das Schreiben in jedem Falle völlig unbedeutend ist, und die deshalb auch nicht einseitig im Gehirn lokalisiert ist, trotz der Rechtshändigkeit des Menschen. Es ist die Tonsprache.

Mingazzini*) gibt an, dass das Musikzentrum beiderseitig entwickelt ist und besonders Probst**) gibt Bericht über eine Anzahl von Fällen von Amusie, Verlust der Tonsprache, bei denen der Ort der Läsion im Gehirn festgestellt werden konnte, und kommt zu dem Schlusse, dass das Zentrum für Tonsprache bald auf der linken, bald auf der rechten Hemisphäre liegt und durchaus nicht so, wie das eigentliche Sprachzentrum bei Rechtsern an die linke Hemisphäre geknüpft ist.

Alles dies deutet darauf hin, dass die Rechtshändigkeit allein als solche nicht die Macht besitzt, die ausschliessliche Lokalisation des Sprachzentrums auf der linken Hemisphäre zu bewirken. Untersuchen wir nun näher, ob das Schreiben mit der rechten Hand diesen Einfluss haben könnte.

Beim ersten Blick erscheint es unwahrscheinlich, dass die geringen Bewegungen der Hand beim Schreiben einen grösseren Einfluss auf das Gehirn haben könnten, als die viel ausgiebigeren Bewegungen anderer, massigerer Muskelgruppen des Armes. Indessen haben die Untersuchungen der Gehirnrinde ergeben, dass die Grösse derjenigen Bezirke an der Zentralfissur, die den einzelnen Muskelgruppen des Körpers entsprechen, durchaus nicht von der Masse und Anzahl der Muskeln abhängt, sondern von der grösseren oder geringeren Feinheit der Bewegungen, die sie auszuführen haben. So ist der Bezirk für Armmuskeln unverhältnismäßig grösser als der für andere Muskelgruppen.

Wie ausserordentlich fein und empfindlich für die geringsten Einflüsse die Muskelbewegungen beim Schreiben sind, sehen wir daraus, dass in der Handschrift jedes Menschen immer wiederkehrend, und sich sogar nach den jeweiligen Stimmungen modifizierend, gewisse Eigentümlichkeiten des

*) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde. XIX, S. 27.

**) Arch. f. Psych. 1899, S. 387.

Schreibers sich ausdrücken. Dass aber eine Bewegung, der eine so enorm hohe Empfindlichkeit und Ausdrucksfähigkeit innewohnt, auch auf das Gehirn einen sehr grossen Einfluss haben wird, ist nach dem obigen ohne weiteres klar.

In psychologisch-physiologischer Beziehung kann man sich diese Beeinflussung der Lokalisation des Sprachzentrums folgendermaßen vorstellen.

Jedes Bewegungszentrum muss bekanntlich mit einem Zentrum für kinästhetische Eindrücke, wie wir sie an der Zentralfissur kennen, verbunden sein. Die Eindrücke des Schreibens mit der rechten Hand werden an einer bestimmten Stelle in der Nähe der Zentralfissur auf der linken Hemisphäre registriert, an dem noch nicht genau bestimmten cheiro-kinästhetischen Zentrum.

Beim Schreiben werden nun die dort registrierten Eindrücke der früheren Schreibbewegungen durch einen Reiz, der vom akustischen Wortzentrum kommt, wiederbelebt;*) die Frage ist aber die, ob auch beim Lesen das cheiro-kinästhetische Zentrum erregt wird, d. h., ob beim Lesen des Geschriebenen die Erinnerung an den Vorgang des Schreibens auftaucht. Dies hat aber grosse Wahrscheinlichkeit.

Sollen doch nach Stricker und Hughlings Jackson sogar bei der gewöhnlichen Erinnerung ohne Lesen die Worte als motorische Vorgänge wiederbelebt werden, d. h., als schwache Erregungen der Vorgänge, die sich beim Sprechen abspielten! Wenn dies nun auch nach Bastian u. a. unwahrscheinlich ist, so gibt doch auch Bastian**) zu, dass die Erinnerung an die Bewegungsvorgänge beim Schreiben schon deshalb viel stärker sein muss, als an diejenigen beim Sprechen, weil das Schreiben im Gegensatze zum Sprechen, durch willkürliche Muskeln unter Kontrolle des Willens geschieht. Jedenfalls ist darnach die Wahrscheinlichkeit, dass beim Lesen des Geschriebenen die Erinnerung an die Schreibvorgänge auch mit erregt wird, weit grösser, als die, dass beim Denken die Erinnerung an die Sprachbewegungen eintritt.

*) Bastian. „Über Aphasie“ 1902, p. 42.

**) Bastian. „Über Aphasie“, p. 13.

Das ursprüngliche Lesen ist nun eigentlich ein Lautlesen und auch das stille Lesen findet immer nur unter unmerklicher Mitwirkung des motorischen Sprachzentrums statt.*) Der Vorgang spielt sich nach Bastian (p. 43) so ab, dass durch das Auge das optische Wortzentrum erregt wird, von dort der Reiz über einen verbindenden Faserzug zum akustischen Wortzentrum und weiter zum motorischen Sprachzentrum geht (siehe Abb. 7).

Es gibt nun aber eigentümliche Krankheitsfälle von Wortblindheit**) bei denen die Schreibfähigkeit erhalten ist, in der Weise, dass die Patienten trotz des Verlustes der optischen Wortbilder lesen können, wenn sie mit dem Finger die einzelnen Buchstaben nachziehen und dadurch die Erinnerung an die Bewegungsvorgänge beim Schreiben hervorrufen. Bastian selbst erklärt dies so, dass die durch das Nachziehen der Buchstaben bedingte Erregung des kinästhetischen Zentrums durch einen Zug von Verbindungsfasern direkt zum akustischen Wortzentrum und weiter zum motorischen, cheiro-kinästhetischen Sprachzentrum gelangt (siehe Abb. 7).

Sollte nun wirklich ein solcher Faserzug, wenn er einmal existiert, nur in den seltenen Fällen der Wortblindheit benutzt werden und sonst unbenutzt bleiben? Und erst in der Krankheitszeit kann er sich doch nicht ausbilden. Es ist viel wahrscheinlicher, dass er immer beim Lesen auch benutzt wird, u. zw. in der Weise, dass nach Erregung des optischen Wortzentrums durchs Auge ein Teil der Erregung direkt aufs akustische Wortzentrum weitergeht, ein anderer aber den Umweg über das kinästhetische Wortzentrum macht und dieselbe Bahn benutzt, die in den Fällen von Wortblindheit benutzt wird, indem dann an Stelle des fehlenden Reizes vom optischen Wortzentrum her ein direkter Reiz von aussen durch das Nachziehen des Buchstabens gesetzt wird.

Hiernach wird das cheiro-kinästhetische Zentrum der linken Hemisphäre also beim Lesen erregt und pflanzt seine Erregung direkt zum akustischen Zentrum und damit dem motorischen Sprachzentrum fort.

*) Wernicke und Bastian, p. 135.

**) Bastian. „Über Aphasie", p. 145, 275.

Es liegt nun auf der Hand, dass bei dieser engen und häufig benutzten Verbindung beider Zentren das dauernde Schreiben mit der rechten Hand, und damit die Entwicklung des linksseitigen Zentrums für das Registrieren der kinästhetischen Schreibeindrücke, auch dem linken Sprachzentrum eine bedeutende Überlegenheit über das rechte verschaffen wird und endlich zur völlig einseitigen Lokalisation des Sprachzentrums führt, indem sich dann auch der oben erwähnte Vorteil der Konzentration geltend macht.

Diese Konzentration kann aber erst eintreten, wenn das eine Sprachzentrum eine deutlich ausgesprochene Überlegenheit über das andere besitzt, und diese herbeizuführen ist erst das Schreiben und Lesen, nicht aber die Rechtshändigkeit allein imstande. Daraus erklärt sich auch, dass man sich bei der Annahme der Rechtshändigkeit allein als Ursache, keine exakte Vorstellung in psychologisch-physiologischer Beziehung von der Art seines Einflusses aufs Sprachzentrum machen kann, ferner auch, dass bei dem kurzen Bestehen der Schreibkunst in der Masse des Volkes das verödete rechte Zentrum nicht regeneriert, sondern sogar noch funktionsfähig ist.

In manchen Fällen wird uns dieser Einfluss des Schreibens besonders deutlich vor Augen geführt. Oben wurde schon der Fall eines ausgesprochenen Linksers erwähnt, der nur mit der rechten Hand schrieb, und bei dem infolgedessen das Sprachzentrum, trotz der sonstigen Linkshändigkeit, auf die linke Hemisphäre verlegt worden war. Dieser Fall zeigt auch, dass in einer Reihe von anderen Fällen,*) in denen erwachsene Rechtser infolge einer Verletzung oder bleibenden Lähmung der rechten Hand gezwungen wurden, alles mit der linken Hand zu tun, auch das Schreiben, und bei denen infolgedessen das Sprachzentrum ausschliesslich auf der rechten Hemisphäre lokalisiert wurde, dass bei diesen Fällen nicht die Bevorzugung des linken Armes im allgemeinen, sondern das Schreiben mit der linken Hand das Maßgebende für die Verlegung des Sprachzentrums war.

Sehr zu unterscheiden sind diese Fälle, in denen die Ge-

*) Oppenheim. Arch. f. Psych. 1890, p. 139; Nonne. Ärztlicher Verein Hamburg 1894.

brauchsunfähigkeit der eigentlich geschickteren Hand die Betreffenden zwang, ausschliesslich mit der anderen zu schreiben, von den häufig vorkommenden Fällen von gebornen Linkshändern, die nur dem Zwang der Schule folgend rechts schreiben. Solche schreiben häufig schon während der Schulzeit ausserhalb der Schule nebenbei mit der linken, geschickteren Hand, wechseln auch im späteren Leben ab, bevorzugen aber die linke, oder schreiben dann überhaupt nur noch mit der linken Hand. Bei solchen Personen kann natürlich das verhältnismäßig kurz dauernde und nur nebenhergehende Schreiben mit der rechten Hand in der Schule nicht die Wirkung haben, wie das ausschliessliche Schreiben mit immer derselben, selbst der ungeschickteren Hand, wenn, wie in obigen Fällen, die andere völlig gebrauchsunfähig ist. Bei solchen linkshändigen Personen bildet sich das Sprachzentrum in der rechten Hemisphäre aus, obgleich sie in der Schule rechts geschrieben haben und vielleicht es sogar noch bisweilen tun, und das in der Schulzeit ausgebildet gewesene linke Sprachzentrum verödet funktionell. Nur das ausschliesslich, oder wenigstens fast ausschliessliche Schreiben mit der rechten Hand, wird die einseitige Lokalisation des Sprachzentrums auf der linken Hemisphäre bei Linksern bewirken.

Es wird natürlich auch viel für die einseitige Lokalisation des Sprachzentrums davon abhängen, ob der Betreffende viel oder wenig schreibt, und bei Ungebildeten, die sehr wenig schreiben, wird die Möglichkeit einer gemeinsamen Funktion beider Sprachzentren grösser sein.

Dies führt weiter zu der Annahme, dass in früheren Zeiten, in denen die Schreibkunst noch der Besitz einer eng umschriebenen Kaste war, auch die völlig einseitige Lokalisation des Sprachzentrums seltener war, und dies würde ein neues Licht auf den Umstand werfen, dass diese doch ziemlich auffällige Tatsache viele Jahrhunderte den Beobachtern entgangen ist und erst im Jahre 1862 entdeckt wurde, nur wenige Jahrzehnte, nachdem das Schreiben in der breiten Masse des Volkes allgemein geworden war.

3. Mögliche Nachteile der geringeren Ausnutzung einer Hirnhälfte.

Nach obigen Ausführungen übt also die Rechtshändigkeit, besonders durch Vermittelung des Schreibens, einen wesentlichen Einfluss auf die linke Hirnhälfte aus und gibt ihr eine gewisse Überlegenheit über die andere Hemisphäre. Um aber die Wichtigkeit dieses Einflusses beurteilen zu können, muss man untersuchen, ob es dieser Einfluss allein ist, der die beiden Hirnhälften von einander verschieden macht, oder ob sie schon vorher und ohne denselben funktionell einander nicht gleich waren, während über ihre anatomisch und entwickelungsgeschichtlich nicht nachweisbare Ungleichheit schon früher gesprochen wurde.

Brown-Séquard*) hat Untersuchungen mit Meerschweinchen angestellt und kam zu dem Ergebnis, dass die linke Hirnhälfte mehr den animalen Funktionen, die rechte aber mehr den nutritiven diene, also die letztere mehr mit der Ernährung des Körpers zusammenhänge und die erstere mehr mit den Gefühls- und Willensäusserungen. Diese Ansicht ist aber entschieden nicht genügend durch Beweismaterial gestützt und man muss an sie um so vorsichtiger herantreten, wenn man sieht, in welcher etwas phantastischen Weise sie von anderen weitergeführt worden ist.

So nennt Klippel**) die linke Hirnhälfte des Menschen die „männliche", die rechte die „weibliche" Hemisphäre, was ja in gewisser Weise den Anschauungen Brown-Séquard's entsprechen würde, und er findet weitere Andeutungen dafür in der Art der Erkrankungen der beiden Hirnhälften, indem die linke Hemisphäre mehr an organischen Erkrankungen leide

*) Brown-Séquard. Nach Schmidt's Jahrbuch 1871.

**) Klippel. Presse médicale, 1898, 29. Janvier.

und die rechte mehr an hysterischen, wie ja Hysterie überhaupt mehr bei Frauen vorkomme.

Auch die sehr seltenen Fälle von „gespaltener Persönlichkeit", bei denen der Kranke plötzlich ein ganz anderer Mensch, mit anderen Gedanken und Erinnerungen wird, um nach Monaten ebenso plötzlich wieder der Alte zu werden und diese Abwechslung zu wiederholen, hat man dadurch zu erklären versucht, dass aus irgend welchen Gründen die andere Hirnhälfte in den Perioden, in denen der Kranke sich geistig so verändert zeigte, die vorherrschende geworden war.

Man nimmt dabei an, dass die beiden Hemisphären in ihrer Art völlig verschieden sind, dass sie gewissermaßen um die Oberherrschaft streiten und sich im Besitz derselben abwechseln können. Man hat selbst gesagt, dass vielleicht in der einen Hirnhälfte das gute Weltbild, in der anderen das böse niedergelegt sei.

Natürlich entbehren diese Phantasieen völlig einer genügenden wissenschaftlichen Grundlage, und wir wollen sie deshalb beiseite lassen.

Eine solche tiefgehende Verschiedenheit der beiden Hemisphären würde durchaus nicht mit der sonstigen symmetrischen Anlage des menschlichen Körpers übereinstimmen und es ist durchaus unwahrscheinlich, dass in der einen Hirnhälfte eine ganz andere Art von Eindrücken aufgespeichert würde als in der anderen, während doch die Zugangswege und Sinne anfangs auf beiden Seiten völlig gleich sind.

Vermutlich sind die Hirnhälften im Beginn des Lebens, wie ja auch während der Entwicklungszeit vor der Geburt, einander völlig gleich und dienen besonders zum gegenseitigen Ersatze bei Erkrankungen der einen Seite. Ein solcher Ersatz ist ja bei dem so überaus wichtigen Gehirn oft viel dringender notwendig als bei anderen symmetrisch vorhandenen Organen des Körpers.

Jede einzelne Hirnhälfte ist vermutlich dazu fähig, den Körper allein zu regieren; darauf deuten die vielen Fälle*), in denen grosse Geschwülste in denjenigen Gehirnteilen gefunden

*) Kellog, The physiology of right and left hand. Journal of Americ. Med. Assoc. 1898. p. 356.

wurden, durch welche die beiden Hemisphären mit einander verbunden sind und durch die also die Kommunikation zwischen den beiden Hirnhälften stattfinden müsste, ohne dass bei diesen Fällen während des Lebens irgend welche Hirnstörungen sich gezeigt hatten. Dass aber bei Erkrankung einzelner Teile einer Hirnhälfte diese Kommunikationswege oft benutzt werden, indem die gesunden entsprechenden Teile der anderen Hemisphäre die Funktionen der erkrankten übernehmen, zeigen manche Fälle von langsam wieder geheilter Sprachstörung, bei denen man später bei der Sektion trotz der scheinbaren Heilung die betreffenden Teile der linken Hemisphäre völlig zerstört fand.

Nach Bastian*) kann bei Zerstörung des linken glosso-kinästhetischen Zentrums (siehe Abbildung 7) das rechte dafür eintreten, indem die Erregung dann vom linken akustischen Wortzentrum durch die verbindenden Hirnteile zu demselben, vernachlässigten Wortzentrum der rechten Hemisphäre und von diesem zum glosso-kinästhetischen Zentrum der rechten Seite oder auch direkt zu diesem hinübergeht.

Es besteht also zwar eine bei Erkrankung nutzbare Verbindung zwischen beiden Hemisphären, wir wissen aber noch nichts Genaues darüber, ob und in welcher Ausdehnung im gesunden Zustand eine Wechselbeziehung zwischen beiden stattfindet.

Der Umstand, dass man Geschwülste gefunden hat, die die Kommunikationswege zwischen beiden Hemisphären zerstört hatten, ohne dass Hirnstörungen im Leben aufgetreten waren, beweist nichts gegen die Kommunikation denn Geschwülste entstehen meist langsam, so dass die eine Hirnhälfte wohl imstande war, sich allmählich der Notwendigkeit anzupassen, ohne weitere Mitwirkung der anderen für sich allein den Körper zu regieren.

Das wird bezüglich des Schreibzentrums natürlich die überlegene Hemisphäre gewesen sein, beim heutigen Normalmenschen also die linke, denn diese besitzt durch die Rechtshändigkeit und zwar besonders durch das Schreiben eine entschiedene Überlegenheit über die rechte, während die Annahme irgend einer anderen Verschiedenartigkeit der beiden Hirnhälften nach obigen Ausführungen durchaus unbegründet ist. Nach unseren heutigen Kenntnissen müssen wir im Gegenteil annehmen, dass allein die Rechts-

*) Bastian. Über Aphasie, Leipzig 1902. p. 376 ff.

händigkeit durch Vermittelung des Schreibens einen Unterschied zwischen beiden Hirnhälften schafft.

Bei dieser Annahme scheint es nun von grossem Wert zu sein, zu untersuchen, ob diese Bevorzugung gewisser Teile der einen Hirnhälfte vor der anderen vielleicht noch weitergehende Folgen hat, das heisst, ob sich diese Bevorzugung auch auf andere naheliegende Teile derselben Hirnhälfte ausdehnen kann, indem diese vielleicht an dem grösseren Blut- und Reizzufluss zu den in grösserem Maße tätigen Hirnteilen etwas Anteil bekommen. Es wäre dann nicht unmöglich, dass dadurch die entsprechenden Teile der anderen Seite infolge der geringeren Benutzung dieser Seite fast ganz ausser Gebrauch gesetzt würden und endlich die Fähigkeit zur Funktion überhaupt verlören und dieselbe nur bei Zerstörung oder Krankheit der linken Hirnhälfte mühsam und sehr allmählich wieder gewinnen könnten.

Das würde aber einer geringeren Ausnutzung der Gehirnmasse gleichkommen und die Leistungsfähigkeit des Gehirns als Ganzes würde dann nicht auf der Stufe stehen, auf der sie bei gleichmäßiger Ausnutzung aller Teile stehen könnte.

Untersuchungen darüber können theoretisch auf zweierlei Weise angestellt werden. Einmal, indem man die Leistungen solcher Gehirne, bei denen die Rechtshändigkeit und besonders das Schreiben noch nicht eine einseitige Bevorzugung einer Hirnhälfte veranlasst hat, mit den Leistungen solcher Gehirne vergleicht, bei denen dies geschehen ist, dann aber durch Vergleich der Leistungsfähigkeit der Gehirne normaler rechtshändiger Menschen und solchen Gehirnen, bei denen man die Hauptursache, die der einen Hemisphäre eine Überlegenheit vor der anderen verschafft, in gleicher Weise auch auf die andere Hemisphäre hat wirken lassen und so die Unterschiede gewissermaßen durch „Auffüllen“ ausgeglichen hat. Das heisst, man muss in letzterem Falle die Hirnleistung von nur rechtsschreibenden Personen mit denen solcher vergleichen, die mit beiden Händen gleich viel geschrieben haben, und zwar mit der linken Hand, unseren früheren Ausführungen gemäß, in Spiegelschrift.

Da nun bei der Untersuchung der Gehirnleistungen solcher Leute, die noch gar nicht geschrieben haben, naturgemäß grosse

Schwierigkeiten bestehen, da sie entweder zu jung oder zu ungebildet sind, so empfiehlt sich mehr die zuletzt erwähnte Art der Untersuchung.

Aber auch dabei ist von vornherein kaum ein Erfolg in der Weise zu erwarten, dass bei erwachsenen Menschen, die immer nur rechts geschrieben haben, schon nach einer kurzen Zeit, in der sie mit der linken Hand in Spiegelschrift geschrieben haben, sich ein deutlicher Erfolg irgend einer Art in den Leistungen des Gehirns zeigt. Denn wenn einmal die eine Hemisphäre über die andere eine entschiedene Überlegenheit erlangt hat, so wird bei unserer Annahme einer weiteren Ausbreitung dieser Bevorzugung vom Sprachzentrum aus, gewissermaßen der ganze Strom der Gedanken und Eindrücke allmählich durch diese Hemisphäre geleitet worden sein und es wird sehr schwer sein, ihm zum Teil eine andere Richtung zu geben.

Trotzdem scheint die Möglichkeit eines meßbaren Erfolges durch eine nachträgliche Entwicklung oder vielmehr ein wieder in Funktion setzen des rechts angelegten Sprachzentrums nicht völlig ausgeschlossen zu sein und deshalb unternahm Verfasser einen Versuch dieser Art.

Da durch das Schreiben mit der linken Hand bei diesem Versuch beabsichtigt wurde, eventuell unbenutzt liegende Teile des Gehirns zur Dienstleistung heranzuziehen, so war es offenbar, dass dies am leichtesten in der Weise erkennbar sein würde, dass bei dem Hinzukommen von neuem benutzbaren Gehirnmaterial etwa die Fläche und Ausdehnung der Leistungen vergrössert werden würde.

Die Gehirnleistungen würden dann in ihrer Art und Weise also qualitativ dieselben bleiben, wohl aber würde das Gehirn längere Zeit als früher arbeiten können und die Ermüdung später eintreten.

Die Flächengrösse der Hirnleistungen kann man nun am leichtesten dadurch feststellen, dass man die Zeit misst, in der bei einer gleichartigen, einfachen Leistung Ermüdung eintritt, und in unserem Falle müsste also nach Ablauf der Übungszeit die Ermüdung später eintreten als sie vor Beginn der Übungen eintrat.

Zur Messung der Ermüdbarkeit des Gehirns gibt es eine

Anzahl von psychologischen Methoden. Verfasser hielt für diesen Zweck am geeignetsten und wählte die Methode des Auswendiglernens von Zahlenreihen.

Es werden bei dieser Methode gleichmäßige lange Reihen von Zahlen auswendig gelernt und die Anzahl der Wiederholungen des Durchlesens dieser Reihen, die zum Erlernen nötig waren, neben jeder einzelnen Reihe notiert. Am anderen Tage werden dieselben Zahlenreihen noch einmal erlernt, und es ist dann natürlich eine geringere Anzahl von Wiederholungen des Durchlesens nötig als am Tage vorher.

Das Durchlesen der Reihen am Tage vorher hat also einen gewissen „Lernwert" gehabt, durch den man am 2. Tage zum Wiederlernen derselben Zahlenreihen einige Wiederholungen spart und die Höhe dieses Lernwertes ist daran zu erkennen, dass die Anzahl der am zweiten Tage nötigen Wiederholungen viel oder nur wenig geringer ist, als die der zum Lernen am ersten Tage nötigen Wiederholungen.

Wenn das Gehirn nun bei dem Erlernen der Zahlen am ersten Tage ermüdet, also nach etwa $^1/_2$ bis 1 Stunde oder noch später, wird dieser Lernwert der Wiederholungen des Durchlesens bedeutend geringer, das heisst, das Lernen am ersten Tage nützt dann für das Wiederlernen am zweiten Tage nicht mehr viel und endlich gar nichts mehr.

Man braucht also nur bei Vergleichung zweier Gehirne oder desselben Gehirns in verschiedenen Perioden, in diesem Falle vor und nach einer längeren Übungsperiode des Schreibens mit der linken Hand, ins Auge zu fassen, nach wieviel Zahlenreihen oder wieviel Zeit der Lernwert der Wiederholungen merkbar und dauernd sinkt.

Verfasser maß nun die Ermüdbarkeit der Gehirne von 3 jungen, rechtshändigen Bureauarbeitern in dieser Weise.

Infolge des Ungewohnten dieses Auswendiglernens tritt in den ersten Tagen meist ein bedeutender „Übungszuwachs" ein, den man ausschliessen kann, wenn man die endgiltige Prüfung erst nach einigen Tagen beginnt, der aber sowieso hierbei nicht so sehr von Bedeutung ist, da es nicht auf das schnelle Erlernen der Zahlenreihen, sondern nur auf den Lernwert der Wiederholungen ankommt. Die drei Versuchspersonen

schrieben nach dieser Untersuchung 6 Wochen lang täglich 1 Stunde in Spiegelschrift, lasen das so Geschriebene täglich ca. $^1/_2$ Stunde lang und wurden dann nach Schluss der Übungszeit wieder in gleicher Weise wie vorher untersucht.

Es war indessen keine deutliche Minderung der Ermüdbarkeit der Gehirne nachzuweisen. Nach unseren obigen Ausführungen war dies indessen halb und halb zu erwarten und es würde, um einen endgiltigen Beweis dieser Art zu führen, wohl auch kaum eine längere Ausdehnung eines solchen Versuches geeignet sein. Es wäre für die Versuchspersonen nötig, ausschliesslich mit der linken Hand zu schreiben, um das starke Übergewicht der linken Hemisphäre auszugleichen. Da dies aber mit viel Unannehmlichkeiten verknüpft ist und der Erfolg auch bei Richtigkeit unserer Anschauungen dann noch nicht notwendigerweise in jedem Falle eintreten müsste, weil sich das Denken und Fühlen schon zu sehr in die alten Bahnen eingelebt haben kann, um sich teilweise verändern zu lassen, so wäre am entscheidendsten und einfachsten ein Versuch mit jungen Kindern, deren Hirnhälften nach den früheren Ausführungen noch einander völlig gleich sind, und die bei Ausübung des Schreibens mit beiden Händen abwechselnd, sich auch völlig gleichmäßig weiter entwickeln müssten.

Die vergleichende Prüfung der Ermüdbarkeit der Gehirne könnte aber natürlich dann nicht zweimal an denselben Kindern vorgenommen werden, sondern man müsste die Ermüdbarkeit der Gehirne einer sehr grossen Anzahl von gleichaltrigen Kindern untersuchen, die so erzogen worden wären, dass die eine Hälfte von ihnen immer abwechselnd mit beiden Händen und die andere nur mit der rechten Hand geschrieben hätte, und dann die durchschnittliche Höhe der Ermüdbarkeit der Gehirne beider Gruppen vergleichen.

Derartige Versuche sind noch nicht vorgenommen worden, wohl aber ist das Bestreben, beide Hände gleichmäßig für die täglichen Verrichtungen des Lebens, oder für bestimmte Fertigkeiten auszubilden, durchaus nicht neu.

Schon im Altertum wurde von den homerischen Helden besonders rühmend erwähnt, dass sie mit beiden Armen gleich gut den Speer werfen konnten und von einigen berühmten

Künstlern der späteren Zeiten wissen wir, dass sie sich geübt hatten, mit beiden Händen gleichmäßig den Pinsel, Meissel, bisweilen auch die Feder führen zu lernen. Ersteres ist von Holbein und Michel Angelo bekannt. Leonardo da Vinci hat einen Teil seiner schriftlichen Werke in Spiegelschrift geschrieben und es ist sehr unwahrscheinlich, dass er die Spiegelschrift nur als eine Art Geheimschrift benutzt hat, wie man bisweilen annimmt, denn sie würde den Anforderungen, die man an eine solche stellt, doch nur in sehr geringem Maße genügen.

Er wollte eben seine beiden Hände in jeder Weise gleichmäßig ausbilden und hat auch zum mindesten einmal einen grossen Vorteil davon gehabt; denn es wird weiter von ihm berichtet, dass, als er ein Werk für Franz I. ausführte, er einen Schlaganfall erlitt und völlig an dem rechten Arm gelähmt wurde, aber doch noch, dank seiner früheren Übung, imstande war, mit dem linken Arm das Werk zu vollenden. Auch in der modernen Zeit finden wir solche Bestrebungen. Einige Chirurgen sind bekannt, die sich daran gewöhnt haben, bei ihrer Tätigkeit beide Hände gleichmäßig zu benutzen, und es sind sehr wohl Umstände bei Operationen denkbar, die eine solche Fähigkeit ausserordentlich erwünscht erscheinen lassen. In England gibt es ganze Gesellschaften, die sich die gleichmäßige Ausbildung beider Arme zum Zwecke gemacht haben und neuerdings wird z. B. auch in der „Deutschen Haushaltungsschule“ zu Berlin die gleichmäßige Ausbildung der Hände beim Arbeiten gepflegt, allerdings besonders aus ästhetischen Gründen zur Verhütung des Schiefwerdens des Körpers.

Dieser letztere Nachteil der Rechtshändigkeit, der sich ja besonders oft bei Kindern infolge des einseitigen Schreibens sehr unangenehm bemerklich macht, ist gewiss nur ein sehr nebensächlicher gegenüber den grossen Nachteilen, die wir nach unseren obigen Ausführungen möglicherweise dadurch haben, dass wir infolge der Überlegenheit, welche die linke Hirnhälfte durch das einseitige Schreiben erhält, unser Gehirn nicht in der Weise ausnutzen, in der es sonst möglich wäre.

Schon die einseitige Ausbildung des linken Sprachzentrums selbst und die funktionelle Verödung des rechts gelegenen ist

oft sehr unvorteilhaft, wie z. B. bei Schlaganfällen, in denen das linke Sprachzentrum zerstört worden ist, wodurch bei Rechtshändern völlige, oft andauernde Sprachlosigkeit eintritt, während diese nicht und höchstens nur in sehr kurzer Dauer eintreten würde, wenn sofort das rechte Zentrum die Sprachfunktion weiterführen oder bald übernehmen könnte.

Sehr möglich sind aber auch noch andere Folgen der einseitigen Ausbildung des Gehirns.

Die Gründe, die die Menschen einst in der Urzeit dazu veranlassten, den einen Arm vor dem andern zu bevorzugen, bestehen jetzt nicht mehr, ja, sie haben sich, wie wir sehen werden, völlig ins Gegenteil verkehrt.

Es wurde früher bereits näher ausgeführt, dass der tiefere Grund zu der Bevorzugung eines Armes bei den zuerst äusserlich völlig symmetrischen Urmenschen der war, dass mit der fortschreitenden Kultur immer grössere Anforderungen an die arbeitenden Hände gestellt wurden, immer feinere und verwickeltere Tätigkeiten von ihnen verlangt wurden, deren Einübung eine gewisse Zeit in Anspruch nahm. Der Fortgang der Kultur wurde dadurch beschleunigt, dass man nur eine Hand zu diesen feineren Arbeiten ausbildete und dies ist die Berechtigung der Rechtshändigkeit.

Der Handfertigkeit ist aber eine natürliche Grenze gesetzt, und wenn diese Grenze in dem Fortschritte der Kultur erreicht ist, dann wird die Weiterführung der Kultur der Hand mehr und mehr entzogen und dem Gehirn übertragen. Das Gehirn ist es dann, das künstliche Instrumente und Maschinen erfindet, die die Handfertigkeit ersetzen und tausendfach überbieten. Dann ist aber auch der Zeitpunkt gekommen, wo die Rechtshändigkeit ihre einstige Berechtigung verliert und wo man daran gehen müsste, die bis dahin vernachlässigte Ausbildung der anderen Seite nachzuholen, denn eine einseitige bevorzugte Entwickelung eines Teiles kann immer nur auf Kosten der Entwickelung der Gesamtheit geschehen.

Immerhin könnte man dieser Frage gleichgiltig gegenüberstehen, wenn die Beibehaltung der alten Gewohnheit keinen besonders in die Augen fallenden Schaden verursachte, denn es

ist natürlich immer sehr schwierig, aus einem so tiefen Geleise wieder herauszulenken.

Direkt zur Notwendigkeit aber wird der Versuch einer solchen Umbildung, wenn die jetzt nutzlos gewordene Rechtshändigkeit den Teil schädigt, auf dessen Weiterentwicklung der zukünftige Fortschritt der Kultur beruht und von dem deshalb jeder einzelne Teil soviel als möglich ausgenutzt werden muss. Eine solche Schädigung wäre aber vorhanden, wenn die linksseitige Lage des Sprachzentrums, die nach unseren Ausführungen durch das ausschliessliche Schreiben mit der rechten Hand bewirkt wird, der linken Hemisphäre eine solche Überlegenheit über die rechte gibt, dass manche Teile der rechten Hirnhälfte zu wenig benutzt werden und infolgedessen gewissermaßen verkümmern und in Gefahr kommen, ihre Funktionsfähigkeit ganz zu verlieren.

Aber eben darin, dass es ganz besonders, wenn nicht ausschliesslich erst das Schreiben ist, das diese Wirkung auf das Gehirn ausübt, und nicht die tief eingewurzelte und kaum je ganz zu beseitigende Rechtshändigkeit als solche, liegt die Möglichkeit der Beseitigung dieses Missstandes.

Ein von Jugend auf geübtes gleichmäßiges Schreiben mit beiden Händen abwechselnd, mit einer gewissen absichtlichen Bevorzugung der linken Hand, um die natürliche grössere Gewandheit der rechten Hand auszugleichen, würde nach unseren Ausführungen die wichtigsten Verschiedenheiten zwischen beiden Hemisphären aufheben und eine gleichmäßige Ausnutzung beider Hirnhälften ermöglichen.

Nur die Einrichtung einer Schule, in der die Kinder in der entsprechenden Weise erzogen werden, und der spätere Vergleich der durchschnittlichen Leistungsfähigkeit der Gehirne der Zöglinge dieser Schule mit denen anders erzogener Altersgenossen würde einen bestimmten Beweis für die Richtigkeit der hier ausgeführten Anschauungen geben, für die wir jetzt nur die Wahrscheinlichkeit in Anspruch nehmen können.

Literatur.

(Chronologisch geordnet.)

Encyclopaedia Britannica **1810.** Art. Comparative Anatomy (Blutversorgung des Körpers als Ursache der Rechtshändigkeit).

Comte, Journal de la physiologie expérim. **1828**, p. 41 (Lageverhältnisse des Kindes vor der Geburt als Ursache der Rechtshändigkeit).

Buchanan, Mechanical theorie of the predominance of the right hand. Proceedings of the Philos. Soc. Glasgow **1862** und 1877.

Struther: The relative weigts of the viscera of the two sides. Edinburgh. Med. Journal **1863.**

Moxon, Brit. and Foreign Medico-Chir. Review **1866**, p. 481 (Sprachzentrum).

Ecker, Archiv für Anthropologie **1868** (Gehirngewicht).

Harting, Archiv Néerlandaise des sciences exact. et nat **1869** (Knochenmaße).

Broca, l'Ordre des Primates. Paris **1870**.

Pye-Smith, on Left-handedness. Guy's Hospital Reports **1871**, p. 141.

Brown-Séquard, (Gehirnhälften der Meerschweine) nach Schmidts Jahrbuch **1871**.

Ogle, On dextral pro-eminence. Lancet **1871**, p. 49.

Délaunay, Biologie comparée du côté droit et du côté gauche. Paris **1874**.

Broca, Sur les poids rélatives des deux hémisphères, Bulletin de la Soc. d'Anthropol. **1875**, p. 534.

Délaunay, Biologie comparée, Paris **1878**.

Erlenmeyer, Die Schrift. Stuttgart **1879**.

Drozda, Die Linkshirnigkeit der meisten Menschen. Wiener med. Wochenschrift **1880**, p. 1303.

Sigerson, Considerations on dextral pro-eminence. Proceedings of the Royal Irish Acad. **1884**, p. 38 (Blutdruck im Gehirn).

Royer, Comment l'homme est-il devenu droitier. Bulletin de la Soc. l'Anthropologie, Paris **1883**, p. 657.

Teile, Entwurf des Muskelsystems und Skeletts. Nova acta med. etc. Halle **1884**.

Galippe, Droiterie et Gaucherie. Compt. rend. de la soc. de biologie. Paris **1887**, p. 511.

Jobert, Les Gauchers, Lyon **1885**.

Chudleigh, Brit. Med. Journal **1885**, p. 1141 (Blutversorgung als Ursache der Rechtshändigkeit).

Dareste, Hypothèse sur l'origine des droitiers. Bull. de la Soc. d'Anthropol. **1885**, p. 417.

Gaup, Über Maß und Gewichtsdifferenzen der Knochen etc. Dissertation Breslau **1889**.

Villaret, Handwörterbuch der gesamten Medizin.

Henoch, Lehrbuch der Kinderkrankheiten.

Baldwin, Origin of left-handedness, Science **1890**, p. 242.

Mortillet, Formation des variétés, Bulletin de la Soc. d'Anthrop. Paris **1890** III. fasc. (Linkshändigkeit in der Steinzeit).

John Evans, Ancient stone implements of Great Britain.

Amadli e Tonnini, Archivio di Psych. di Lombroso IV. p. 515 (Vorkommen der Linkshändigkeit).

Olliver, Jahrbuch für Kinderheilkunde II. (Aphasie).

Oppenheim, Archiv für Psychiatrie **1890**, p. 139 (Aphasie).

Giuseppe, d'Abundo, Archivio Italians per le malattie nervose. **1890** September (Linksschreiben).

Wilson, The right hand, London **1891**.

Freitel, Aphasie im Kindesalter. Sammlung klinischer Vorträge **1893** Nr. 64.

Lehmann-Nietsche, Untersuchung über die langen Knochen der südbayrischen Reihengräberbevölkerung. Beiträge zur Anthropologie u. Urgeschichte Bayerns. München **1895**.

Clarus, Jahrbuch für Kinderheilkunde VII. (Aphasie).

Guldberg, Die Zirkularbewegung als tierische Grundbewegung. Zeitschrift für Biologie tom. 35.

Brinton, Left-handedness in North American aboriginal art. The American Anthropologist **1896** May.

Guldberg, Sur le dyssymetrie des extrém. de l'homme. Norsk Magasin for Laedevidenskaben **1897**.

Rotschild, Zur Frage der Ursachen der Linkshändigkeit. Jahrbuch für Psychiatrie **1897**, p. 332.

Kellogg, The physiology of right and left-handedness. Journal of the American Med. Assoc. **1898**, p. 356.

Howell, American Journal of Physiology **1898**, p. 57 (Blutdruck im Gehirn).

Klippel, La Presse médicale **1898**. 29. Janvier (Unterschied der Hirnhälften).

Bramwell, On crossed Aphasia. Lancet **1899** 3. June.

Probst, Archiv für Psychiatrie **1899**, p. 387 (Musikzentrum im Gehirn).

Ramon Cajal, nach Zentralblatt für Physiologie **1899**, p. 135 (Nervenkreuzung).

Biervliet, l'homme droit et l'homme gauche. Revue philos. **1899**.

Hecht, Zur Kenntnis der Rechts- und Linkshändigkeit. Deutsche mediz. Wochenschrift **1900** Nr. 32.

Lueddeckens, Rechts- und Linkshändigkeit. Leipzig **1900**.

Mingazzini, Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde XIX. p. 27 (Musikzentrum).

Bach, Experimentelle Untersuchungen über den Verlauf der Sehfasern. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde XVII. p. 428.

Bastian, Über Aphasie und andere Sprachstörungen. Leipzig **1902**.

Preobrashenski, Neurologisches Zentralblatt **1902**, p. 735 (Aphasie).

Moorhead, Journal of the Anatomy and Physiology **1902**, July (Anatomische Gleichheit der Arme Neugeborner).

Cunningham, Right-handedness and left-brainedness. Journal of the Anthropological Institute of Gr. Br. **1902**, p. 281.

Seligmueller, Deutsche Revue **1902**, p. 51 (Rechtshändigkeit bei Affen).

Parsons, On the arrangements of the branches of the mammalian aortic. arch. Journal of Anatomy and Physiol. **1902** July.

Inhalts-Verzeichnis.

I. Teil: Die Ursachen der Rechtshändigkeit.

	Seite
1. Rechtshändigkeit beim Kinde, Tiere und Urmenschen	7
2. Rechtshändigkeit in der Geschichte	18
3. Rechts- und Linkshändigkeit in der Gegenwart . . .	23
4. Theorien über die Ursachen der Rechtshändigkeit . .	31
a) die Blutversorgung des Körpers als Ursache . .	31
b) die Lageverhältnisse des Kindes vor der Geburt als Ursache	41
c) die Lage des Schwerpunktes im Körper als Ursache	46
d) Zufälligkeiten als Ursache	53
e) die Rechtshändigkeit als indirekte Folge der Lage der Organe im Körper	56

II. Teil: Die Folgen der Rechtshändigkeit.

1. Anzeichen für die Beeinflussung des Gehirns durch die Rechtshändigkeit	75
2. Das Schreiben der einseitigen Lage des Sprachzentrums im Gehirn	91
3. Mögliche Nachteile der geringeren Ausnutzung einer Hirnhälfte	103

Heynemann'sche Buchdruckerei (Gebr. Wolff), Halle a. S.